#60

ISSN 0582—415 X

西水研研報
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.
(60), 1983

BULLETIN
OF THE
SEIKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

No. 60
October 1983

西海区水産研究所研究報告

第 60 号

LIBRARY
FEB 6 1984
National Marine Fisheries Service
2570 Dole Street
Honolulu, Hawaii

東シナ海大陸沿岸水中における懸濁粘土粒子と凝集体
……田中勝久・代田昭彦 1

シログチ東シナ海系統群の資源解析……庄嶋悦子・大滝英夫 11

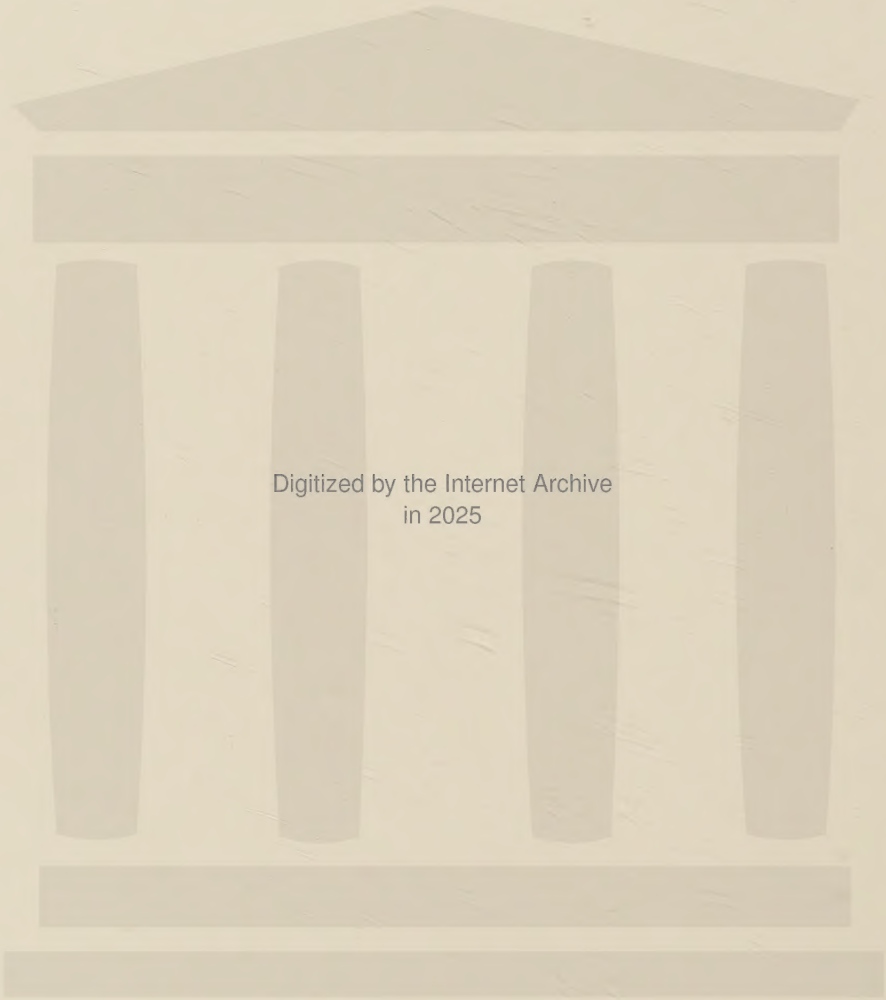
日本海南西海域から東シナ海におけるマサバの生態—Ⅰ．
漁場の変遷と漁獲量変動……飯塚景記・濱崎清一 31

尖閣諸島近海における黒潮の流動特性……宮地邦明・井上尚文 57

東シナ海中部における水温・塩分および滲透圧の変動に関する研究
—1980年夏の水温・塩分・滲透圧の短期変動—……山下秀夫 71

西海区水産研究所
長崎市国分町 49

昭和 58 年 10 月



Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/bulletin-seikai-national-fisheries-research-institute_1983-10_60

西水研研報　第60号，昭和58年10月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No. 60, Oct. 1983

東シナ海大陸沿岸水中における懸濁粘土粒子と凝集体

田中　勝久*・代田　昭彦*,**

Suspended Clay Particles and Aggregates in the Continental Coastal Water in the East China Sea

Katsuhisa TANAKA* and Akihiko SHIROTA*,**

This paper deals with the suspended matter in the East China Sea observed with an epifluorescent microscope at two stations in June 1982. Organic carbon, nitrogen and dry weight of suspended matter were determined simultaneously.

The suspended matter above the thermocline was mainly composed by phytoplankton and their degradating cells. These cells were attached in networks and formed macroscopic aggregates with bacterial colonies. On the other hand, the suspended matter bellow the thermocline similarly as its inorganic component increased with depth. The inorganic matter ratio reached about 90% of the dry weight at the bottom layer.

At the station off the Yangtze estuary clay particles were the major constituent of the suspended matter bellow the thermocline and formed aggregate with attached bacteria and phytoplankton.

はじめに

黄河，揚子江（長江）等の中国大陸大河川は鉱物粒子を主成分とする懸濁物を東シナ海へ大量に供給する（黄河；年間20.8億トン，揚子江；5.5億トン）[1]．このため中国大陸沿岸域には周年高濃度の懸濁物の分布が知られている[2]．

河口域での粘土粒子（粒径4 μm以下）は電気化学的反応によって粘土凝集体（clay-floc）として存在することが知られているが[3]，これらは同時に陸上起源有機物質，植物プランクトン分解物等の溶存態物質および粒状物質を吸着・凝集し海底へ沈降する．一方，付着細菌によって分泌される粘性物質（mucus）や，植物プランクトンの死滅，分解過程で放出される細胞内容物はこのような粘土凝集体の形成にとって接着剤の役目を果たすものと考えられる[4,5]．また，このような凝集体はベントスや動物プランクトンなどの餌料としてもその重要性が指摘されており[6]，海域の自浄作

昭和58年5月31日受理（Received May 31, 1983）
西海区水産研究所業績第409号（Contributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 409）
*西海区水産研究所 〒850 長崎市国分町49（Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, Kokubu-cho, Nagasaki-850, Japan）
**現在：日本海区水産研究所 〒951 新潟市水道町1—5939—22（Present address: Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory, Suido-cho, Niigata 951, Japan）

用や，生物生産機構において重要な役割を果たしているものと思われる．

東シナ海の懸濁粘土粒子に関する過去の知見としては，根本ら[7]は，懸濁物を組織染色によって観察・計数を行ない，また山本[8]は表層水中の鉱物粒子の粒度組成分析を行ったが，鉱物粒子の floc の形成についてはほとんど述べられていない．また，植物プランクトンやその分解産物および付着バクテリアの粘土凝集体中での存在についてもほとんど観察例はない．

本報では東シナ海大陸沿岸域の懸濁物中の鉱物粒子，植物プランクトン細胞，細菌の存在を落射蛍光顕微鏡を用いて観察するとともに，粒状有機炭素量（POC），粒状全窒素量（PN），懸濁物乾重量（SS）等の測定結果から懸濁物の組成について検討した．

本調査は科学技術庁海洋開発調査研究促進費による「黒潮の開発利用の調査研究」の一部として行われたものである．植物プランクトンの同定に際しては筑波大学生物学系原慶明先生に御教授いただき，また調査にあたっては，山中完一船長をはじめとする調査船陽光丸の乗組員の皆様に多大の御努力をいただいた．ここに記して深謝申し上げる．

試 料 と 方 法

試料は1982年6月2日～5日に Fig. 1 で示す2定点で調査船陽光丸によって採集された．調査定点B（31°40'N，125°30'E），C（32°N，123°E）の水深はそれぞれ55 m，37 mである．

各定点では陽光丸に設置されたプレッシー社製9051型 STD によって水温と塩分の鉛直分布を測定するとともに，STD に装着されたロゼッタ・マルチ・サンプラーによって試水を採取し，そのうち 100m*l* の試水は炭酸バリウムで中和したグルタルアルデヒド（最終濃度1％）で固定後，5 ℃で冷蔵保存し検鏡に，残りはクロロフィル*a* の定量分析に使用した．

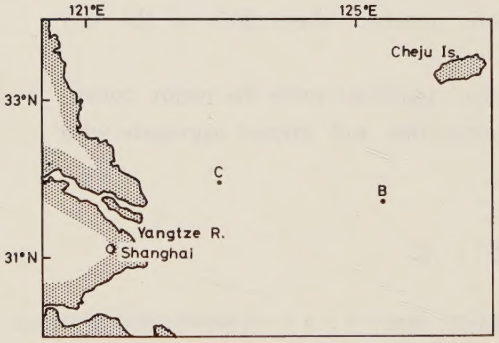


Fig. 1. 東シナ海における調査定点位置
Locations of sampling stations in the East China Sea.

粒状有機炭素（POC）粒状窒素（PN）および懸濁物乾重量（SS）測定試水は，10 *l* 容ニスキン採水器を用いて採水後ポリエチレン容器に移した．このうち2～5 *l* の試水を船上で直ちに直径47㎜のワットマン GF/C フィルター上に吸引沪過し懸濁物を捕集した．ポリエチレン容器から沪過に用いる試水を分取する際には大型粒子の沈降による濃度の不均一化を防ぐためにマグネチックスターラーで試水を撹拌し供試した．使用した GF/C フィルターはすべて500℃で4時間加熱処理したものを用いた．沪過試水は－20℃で分析時まで冷凍保存した．

検鏡用試水は 1～2m*l* をニュークレオポアフィルター（0.2μm）上に沪過し，DAPI による染色後，落射螢光顕微鏡（Nikon VFD-R 型）を用いて観察した[9]．

植物色素量（クロロフィル*a*，フェオ色素量）の定量は90％アセトン抽出による螢光法[10]によった．POC

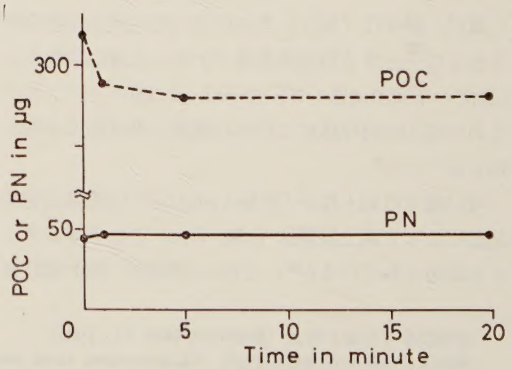


Fig. 2. 塩酸蒸気処理時間に伴うフィルター上の POC，PN 量の変動
Variations of POC and PN on the filter with the time of HCl fume treatment.

および PN 量はフィルターを60℃で 2 時間乾燥後，柳本 CHN コーダー MT — 2 型を用いて測定した．無機物粒子が卓越する高濁度の中国大陸沿岸水域は，外洋域に比較して炭酸カルシウムなどの無機粒状炭素がかなり含まれていると考えられる．このために塩酸蒸気による試料フィルターの処理を行っているがこれに伴い処理時間の検討を併せて行った．塩酸処理は濃塩酸を下部に入れたデシケータ内にフィルターを放置する方法を用いた．定点Bの底層水試料は Fig. 2に示すように，1～5分の塩酸処理時間で POC 値は安定し，また PN 値の変化もほとんど認められない．本調査試料については十分な安全を見込んですべて20分間の塩酸処理を行った．

溶存態炭素，窒素のフィルターへの吸着の影響（フィルターブランク）[11] を求める方法としては，通常2枚のフィルターを重ねて沪過し下部のフィルターの測定値をブランクとして上部フィルターの値から差し引くことが行われているが，沪過量の違いによって微細粒子によるブランクフィルターの目づまりが起こり，ブランク値の沪過量による変動が生じると考えられる．この点を検討するために，定点Bの底層水を用い沪過量を 1～3 l に段階的に変え，またフィルターを3枚重ねた状態で沪過し，ブランクフィルター間のブランク値の変動を調べた．その結果，3枚重ねの試料のうち中央のフィルターと下部のフィルターのC，Nブランク値の差は Table 1 に示すようにほとんどなかった．

これらの結果から本調査では2枚のフィルターを重ねる方法を用い，下部フィルターの値をブランクとし，上部フィルターの値から差し引いて POC，PN 量を求めた．この方法によって測定した定点B底層水試料の POC，PN の同一試水3試料間の平均値からの偏差は POC で ±9 1μgC/l，PNで ±1.9μgN/l であり，これらは試料の平均値に対しおのおの±4.8%，及び±4.1%であった．

Table 1. 同一ディスク上で重ねて沪過した2枚または3枚のフィルター間の差を用いて計算した POC と PN およびそれらの比
Calculated values of POC and PN using the difference of the top from the middle or the bottom filters which were placed one over another. The ratios of POC to PN are indicated in the column of C/N ratio.

Sample volume (l)	Filter position	POC (μgC)	Difference of POC (μgC/l)	PN (μgN)	Difference of PN (μgN/l)	C/N ratio
1	top	216.4		32.5		
	middle	19.1	197.3	2.0	30.5	6.5
	bottom	23.2	193.1	4.1	28.4	6.8
2	top	407.0		68.1		
	middle	30.7	188.2	4.6	31.8	5.9
	bottom	29.9	188.6	5.6	31.3	6.0
3	top	564.4		94.2		
	bottom	29.7	178.2	4.6	29.7	6.0

結　果

1．懸濁物の組成

定点 B, C の水温，塩分と chl. *a*, POC, SS 濃度，C/N 比，POC/SS 比の鉛直分布を Fig. 3 a-d に示す．

定点Bでは10～17 m水深に約7 ℃以上の顕著な水温躍層が発達し，塩分の鉛直変動幅は約0.2‰と非常に小さかった．定点Bの水温躍層以下の11℃前後の低水温水は黄海底層冷水の影響を強くうけているものと思われる[11]．

定点Cでは10～16 m水深の水温は20～17℃，塩分は29.7～32‰で，水温で約3℃，塩分で約2.5‰の躍層が見られた．躍層以下では定点B，Cとも水温・塩分

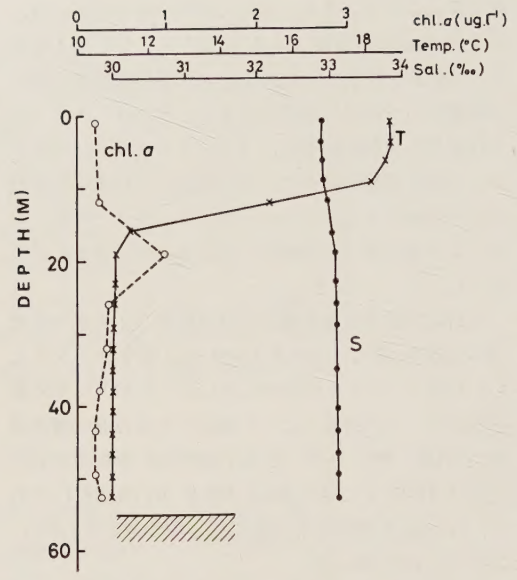


Fig. 3-a. 定点Bにおける水温，塩分，クロロフィル *a* の鉛直分布
Vertical distribution of temperature, salinity and chlorophyll *a* at Stn. B.

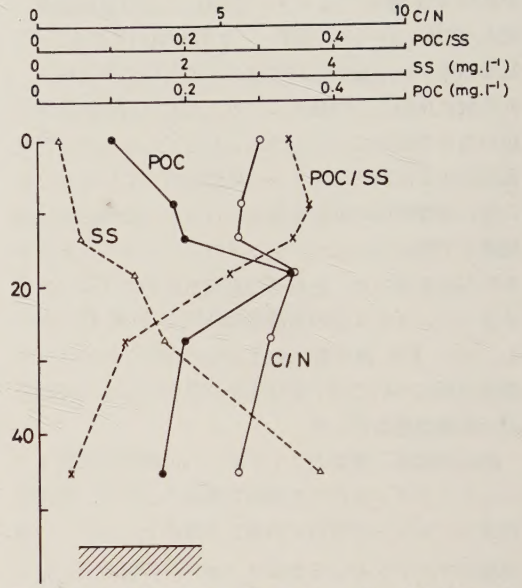


Fig. 3-b. 定点Bにおける SS, POC, C/N, POC/SS の鉛直分布
Vertical distributions of dry weight of suspended matter (SS), particulate organic carbon (POC), carbon/nitrogen ratio, carbon/dry weight ratio at Stn. B.

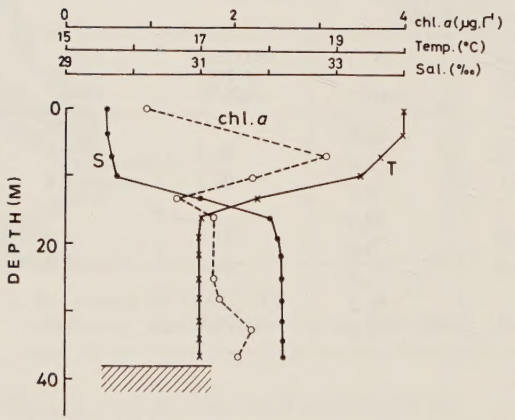


Fig. 3-c. 定点Cにおける水温，塩分，クロロフィル *a* の鉛直分布
Vertical distributions of temperature, salinity and chlorophyll *a* at Stn. C.

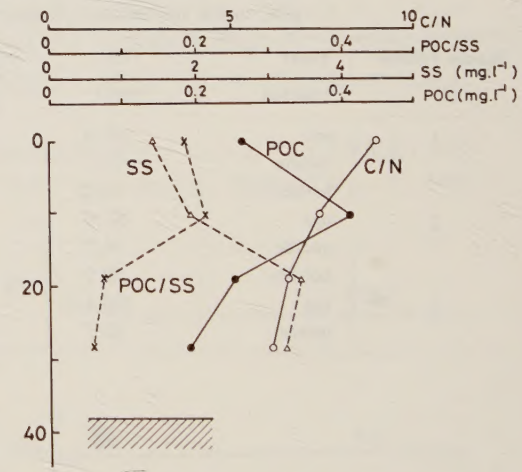


Fig. 3-d. 定点Cにおける SS, POC, C/N, POC/SS の鉛直分布
Vertical distributions of dry weight of suspended matter (SS), particulate organic carbon (POC), carbon/nitrogen ratio, carbon/dry weight ratio at Stn. C

値は Fig. 3 から明らかなようにほぼ均一であった．

調査期間は初夏の植物プランクトンのブルーム期にあたっており，定点Bでは躍層直下，定点Cでは躍層上部に chl. *a* の極大値が見られた．定点Cにおける chl. *a* 濃度の極大値は 3.08μg/*l* に達した．定点Cの植物プランクトンの優占種としては表層で *Heterosigma* sp. および *Prorocentrum balticum* (Lohmann) Loeblich Ⅲ，躍層中では *P. balticum* であった．定点Cの躍層上部では直径数mmから数cmに達する大型凝集体 (macroscopic aggregate) が多数浮遊していた．このような大型凝集体は植物プランクトンのブルームのあと藻体の分解にともなって形成されたものであると考えられる[5]．

定点 B・C とも POC と chl. *a* 濃度はほぼ平行して増減している．SS 濃度についてみると，定点 B の躍層以下では底層（3.8mg/*l*）までほぼ直線的に増加しているのに対し，定点 C の躍層下では SS 濃度の変化は少なく，20 m層で最高濃度（3.4mg/*l*）を示した．一方，C/N 比は定点 Bでは変化（5.5～6.9）が少ないのに対し，定点 C では表層（8.9）から底層（6.1）まで次第に減少した．

2. 懸濁物の形態観察

定点 B, C の懸濁物の DAPI 染色による落射螢光顕微鏡写真を Fig. 4 a-f に示す．写真中の点状の青色粒子は細菌，黄から黄白色の明るい粒子は鉱物粒子を示していると考えられる．

定点B，Cとも懸濁物の組成は躍層上下間で顕著な違いを示し，躍層を境に鉱物粒子の割合が増加した．定点Cの躍層以浅では鉱物粒子は少なく，植物プランクトンおよびその分解産物が大部分を占めた．生体の植物プランクトンの表面には通常，細菌の付着は見られないが，外壁部・核部分が不鮮明で，一部の死滅後と思われる植物プランクトン細胞の表面には多数の細菌の付着が見られた (Fig. 4 a)．また，Fig. 4 b に示すように植物プランクトン細胞から細菌の群集が雲状に発達している状態，これに他の不定型の物質や鉱物と思われる粒子が付着している状態などが観察された．これらは次第に他の粒子や植物プランクトンと結合しさらに大型化し，凝集体となって分解が進む過程を示していると思われる．

定点Cで観察された大型凝集体は，このような凝集体がさらに大型化したものと考えられる．Fig. 4 c は大型凝集体の一部を観察したものである．大型凝集体には無数の細菌につつまれた植物プランクトン細胞が多数見られた．

定点Cの躍層以下の底層水には表層に比較して大量の鉱物粒子が見られ懸濁物の大部分を占めている (Fig. 4 d, e)．鉱物粒子の大部分は floc 状の凝集体として存在しており，単独で存在している鉱物粒子は非常に少ない．これらの floc には大量の細菌が含まれ，植物プランクトンと思われる大型細胞もしばしば観察された（矢印）．鉱物凝集体の大きさには 10μm 程度から 100μm 以上のものまで大きなばらつきが見られた．

凝集体中に含まれる鉱物粒子は，大部分が 5μm 以下で，まれに 5μm 以上のものも見られた．定点 C 付近の表層水中の懸濁鉱物粒子の粒径について山本[8]は，32°19'N, 123°46'E では大部分が 8μm 以下で中央粒径値（mdφ）8.22（粒径 4μm）であり，極細シルトから粘土粒子からなるとしているが，これは本調査の定点 C における底層水で見られた鉱物粒子の粒径観察とほぼ一致している．

定点 B の躍層以浅では定点 C と同様に植物プランクトンおよびその分解産物や，不定型の粒子が懸濁物中に見られたが，大型の凝集体はほとんど見られなかった．また．鉱物粒子はほとんど含まれていなかった．一方，躍層以深，特に，底層水中には大量の鉱物粒子が懸濁しており (Fig. 4 f)，その大部分は floc を形成せず分散状態であった．

考　察

定点 B は黄海底層冷水の舌状先端部に位置し，底層では反時計回りの環流が形成されており，朝岡[13]はこの海域の底層に高濃度の浮泥が存在していることを報告している．また，定点 C は揚子江河口沖約120 kmに位置している．気象観測衛星の画像によれば揚子江沖200kmまで年間を通じ河川起源と思われる浮泥域が広がっている[2]．

Gordon[14] による有機物乾重量/POC 比 (1.8) を

乗じて POC 量から有機物乾重量を求めれば，定点 B, C の底層懸濁物に占める無機懸濁物の割合はそれぞれ92%，89%と非常に高く，一方，躍層以浅のそれは定点 B では50%以下，定点 C では30%以下となり，鉱物粒子の占める割合は写真からも判断されるように底層に比較して非常に低い．このように両定点では躍層以深の懸濁物の大部分は粘土粒子からなっていることが明らかとなった．

定点 C の躍層以浅の低塩分水中で鉱物粒子が少ない現象は，中国大陸大河川から供給される鉱物粒子が，極く沿岸域で海水との相互作用によって floc 化し大部分沈降したためと考えられる．しかし，沿岸域で floc 化した鉱物粒子の沖合域への輸送過程については今後明らかにすべき点が多い．

定点 C の表層水中に見られた大型凝集体に含まれる大量の細菌は植物プランクトンの分解に関与すると同時に，粘性物質（mucus）の生産によって大型凝集体の形成に重要な役割を果たしているものと思われる．深見ら[15]の油壺湾における *Prorocentrum* sp. によるブルーム後期の観測によれば，分解過程の植物プランクトンは次第に凝集体となり，徐々に沈降して行く．定点 C では，躍層以深に達したこのような植物プランクトンの分解産物は，さらに粘土 floc にとりこまれ，本調査で観察されたような植物プランクトンや，大量の細菌を含む粘土凝集体を形成するものと思われる．

しかし，粘土凝集体を主成分とする底層懸濁物の C/N 比は表層に比較して低い（窒素成分の割合が高い）．これは，表層に比べて植物プランクトン体の分解が進むことによる一般的な C/N 比の増加とは矛盾している．一方，大型凝集体はその他の懸濁粒子に比較して高い C/N 比を示し[16]，粘土鉱物は溶存態の窒素化合物を吸着し底泥の C/N 比を低下させる[17]ことが知られている．このため，定点 C における C/N 比の鉛直変化は上記のような懸濁物組成の変化を反映しているものと思われる．

定点 B, C における POC/SS 比の鉛直分布は，SS 濃度とほぼ逆の関係を示しており（Fig. 3 b, d），躍層以下の懸濁物の増加は無機懸濁物の増加によるものであることが理解できる．特に，定点 B における躍層から底層にかけての SS 濃度の漸減と POC/SS 比の漸増は，底層付近では密度躍層が存在しないこととも考え合わせて山本[18]の指摘のように，底泥からの鉱物粒子の再浮上を示唆している．定点 B では顕微鏡観察によっても，定点 C とは異なり SS 濃度が高い躍層以深で粘土 floc の形成が認められなかった．floc の形成機能や，イオン吸着機能等の粘土粒子の物理学的性質には鉱物種や粒径の違いが大きく関与するため，これらが定点 B, C の floc 形成の相違をもたらしたものとも考えられる．しかし，粘土 floc は固定や沪過操作の過程で小型化することも考えられ現場海水中での真の大きさの観察については今後の課題であり，定点 B においても粘土粒子が floc を形成している可能性は否定できない．定点 C で観察されたような粘土鉱物凝集体の場合は，植物プランクトンの分解産物や付着細菌の存在によって比較的強固な構造を持っているものと思われる．

最後に，定点 C で観測されたような大型凝集体や粘土鉱物凝集体は，細菌や植物プランクトン体などを大量に含むことから，辻田[19]，代田[6]らの指摘のように，動物プランクトン，ベントス等によって摂取された場合には，餌料として利用され得るものであると言えよう．

要　約

1．高い濁度を示す東シナ海の大陸沿岸域において，懸濁物の落射螢光顕微鏡による形状観察を行うとともに，粒状有機炭素（POC），粒状窒素（PN）量，クロロフィル *a* 量および懸濁物乾重量の測定結果から，懸濁物の組成について検討した．調査は1982年6月2日～5日に大陸棚中央部 31°41'N，125°30'E（定点B）及び，揚子江河口沖約 120km 32°N，123°E（定点C）の2点において行った．

2．全懸濁物中に占める無機懸濁物の割合は躍層以浅で低く（定点 B 50%以下，定点 C 30%以下），躍層以深では底層に近づくにしたがって増加した．底層における無機懸濁物の割合は定点 B, C でそれぞれ92%，89%であった．

3．定点 C の躍層以浅では懸濁物の大部分は大型

凝集体を含む植物プランクトン細胞とその分解産物で，植物プランクトンの分解の過程で付着細菌が植物プランクトン細胞を雲状にとりまき，次第に大型化する傾向が推察された．

4．定点Cの躍層以深では粘土鉱物粒子が植物プランクトン細胞や付着細菌を含むfloc状の凝集体を形成している状態が観察された．これらは，分解過程で凝集体となった植物プランクトンがさらに粘土flocにとりこまれたものと思われる．

5．定点Bの躍層以浅では大型凝集体は見られず，躍層以深の鉱物粒子の大部分は分散した状態で観察された．

引　用　文　献

1) J. N. Holeman 1968 : The sediment yield of major rivers of the world. *Water Resources Research*, **4**(4), 737-747.

2) 村山信彦　1980 : 東シナ海・黄海の浮遊泥の気象衛星観測．海と空，**55**(4), 183-192.

3) C. F. Zabawa 1978 : Microstructure of agglomerated suspended sediments in Northern Chesapeake Bay estuary. *Science*, **202**, 49-51.

4) H. W. Paerl 1974 : Bacterial uptake of dissolved organic matter in relation to detrital aggregation in marine and freshwater systems. *Limnol. Oceanogr.*, **19**(6), 966-972.

5) T. Tsujita 1955 : Studies on naturally occuring suspended organic matter in the water adjacent to Japan. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **11**(4), 199-203.

6) 代田昭彦　1982 : デトリタスと水産との関連．海洋科学，**14**(8), 473 481.

7) T. Nemoto and K. Ishikawa 1969 : Organic particulate aggregate matters stained by histological reagents in the East China Sea. *J. Oceanogr. Soc. Japan*. **25**(4), 281-290.

8) S. Yamamoto 1979 : Size distribution of detrital mineral grains suspended in surface waters of the Yellow Sea and East China Sea. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **35**(2), 91-99.

9) A. W. Coleman 1980 : The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora. *Limnol. Oceanogr.*, **25**(5), 943-948.

10) 西條八束　1975 : クロロフィルの測定法．陸水学雑誌，**36**(3), 103-109.

11) S. Uno 1976 : A problem on the filter blank of particulate organic carbon. *Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab.*, (9), 83 89.

12) 井上尚文　1975 : 東シナ海大陸棚上の海底付近の流動．海と空，**51**(1), 5-15.

13) O. Asaoka 1980 : Distribution of *Melosira sulcata* (Ehrenberg) Kützing, a diatom species, in the seas west of Japan. *Oceanogr. Mag.*, **31**(1-2), 1-13.

14) D. C. Gordon Jr. 1970 : Some studies on the distribution and composition of particulate organic carbon in the North Atlantic Ocean. *Deep-Sea Res.*, **17**, 233-243.

15) K. Fukami, U. Simidu and N. Taga 1981 : A microbiological study on the decline process of a phytoplankton bloom in Aburatsubo Inlet, Kanagawa, Japan. *Bull. Plankton Soc. Japan*, **28**(1), 33-41.

16) A. L. Alldredge 1979 : The chemical composition of macroscopic aggregates in two neritic seas. *Limnol. Oceanogr.*, **24**(5), 855-866.

17) P. J. Müller 1977 : C/N ratios in Pacific deep-sea sediments: Effect of inorganic ammonium and organic nitrogen compounds sorbed by clays. *Geochimi. Cosmochim. Acta*, **41**, 765-776.

18) 山本　聰　1979 : 海洋中の懸濁物質の堆積学．海洋科学，**11**(7), 609-615.

19) 辻田時美　1963 : 有機懸濁物の海洋生態学的意義について．日本海洋学会誌，**18**(4), 234-245.

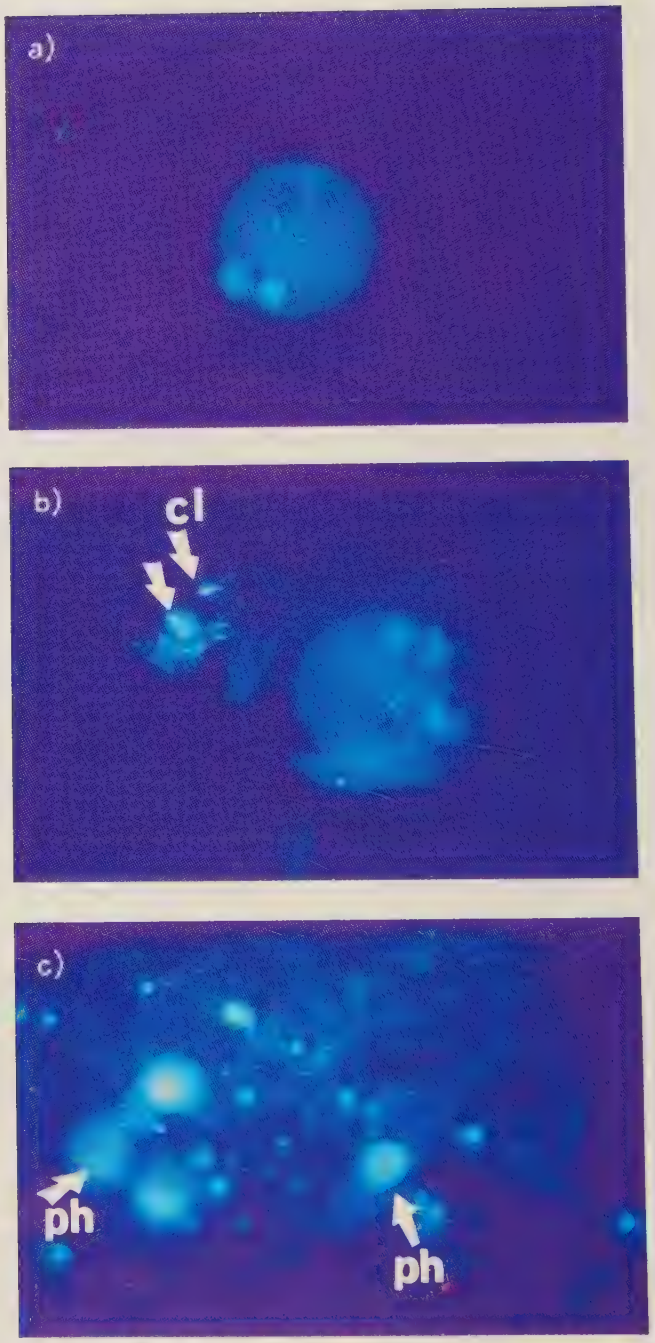


Fig. 4a–c 定点C 水深7 m (a, b) と 13 m (c) の懸濁物の DAPI 染色による螢光顕微鏡写真. 記号 cl と ph はそれぞれ粘土粒子と植物プランクトン細胞を示す.
Fluorescence photomicrographs of DAPI stained suspended matter at 7 m (a, b) and 13 m (c) depth of Stn. C. Symbols of cl and ph denote clay particle and phytoplankton cell respectively.

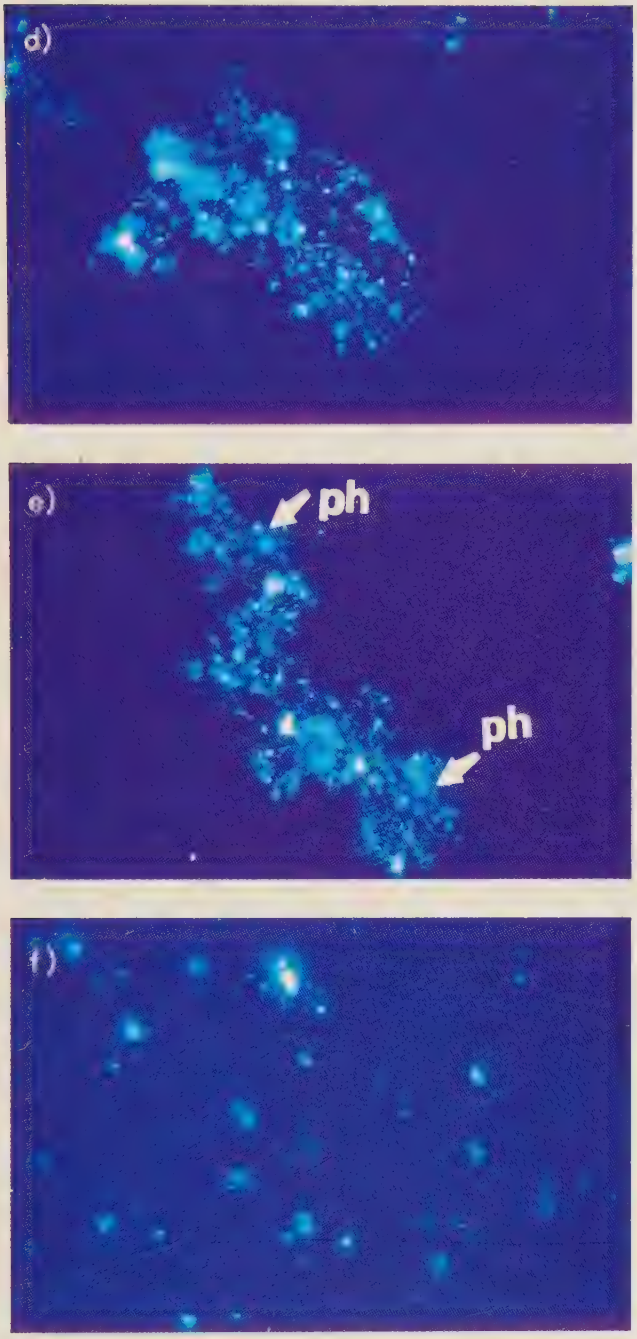


Fig. 4d-f 定点C 水深36m (d, e) および定点 B 53m (f) の懸濁物の DAPI 染色による螢光顕微鏡写真. 記号は前図と同様.
Fluorescence photomicrographs of DAPI-stained suspended matter at 36 m of Stn. C (d, e) and 53 m of Stn. B (f). Symbols as in Fig. 4a-c.

西水研研報　第60号，昭和58年10月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No. 60, Oct. 1983

シログチ東シナ海系統群の資源解析

庄嶋　悦子*・大滝　英夫*,**

Stock Assessment of the East China Sea Population of White Croaker, *Argyrosomus argentatus*

Etsuko SHOJIMA* and Hideo ŌTAKI*,**

Assessment of the East China Sea population of white croaker, *Argyrosomus argentatus*, was made based on the age composition of the catch for each year class 1959-1973.

1. From the changing trends of biomass calculated with various survival rates (S), $S=0.75$ would be adequately given for virgin stock or unexploited stock assumed to be subjected to natural mortality only. And, natural mortality coefficient (M) was calculated, as $M=0.29$.

2. Stock size estimation was made for fishable stock, total stock and virgin stock respectively using rate of exploitation and availability which are calculated based on catch data by age for each year class. Stock size estimate obtained using Doi RAP was similar to that obtained using virtual population analysis.

3. The total number of eggs for each year class was calculated based on the stock size estimates, the group maturity, and the number of eggs by age. Relative fecundity — ratio of total number of eggs at the exploited phase to that at the unexploited phase — seems to remain at lower level than optimum level for each year class.

4. Examination on variations in relative fecundity with fishing mortality as well as analysis of yield isopleth diagram indicated that fishing intensity for every year class exceeded the optimum level.

5. Analysis of yield isopleth diagram also indicated that maximum yield can be obtained at fishing mortality coefficient $F=1.4$, when age of first capture ($t\rho'$) is 3-year. Considering productivity of the population, however, an optimum $t\rho'$ can be taken at some 2.5 year and F can be presented in the neighborhood of 0.7.

昭和58年5月31日受理　(Received May 31, 1983)
西海区水産研究所業績　第410号 (Contributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 410)
* 西海区水産研究所　〒850　長崎市国分町49 (Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, Kokubu-cho, Nagasaki 850, Japan)
** 現在：遠洋水産研究所　〒424　清水市折戸5丁目7－1 (Present address : Far Seas Fisheries Research Laboratory, Orido, Shimizu 424, Japan)

6. No particular relationship could be defined between parental stock and recruitment with available data. Level of parental stock as well as recruitment since 1960 seems to be considerably lower than that in the early 1950's which is indicated by age composition analysis, although downward trend is not recognizable.

ま え が き

シログチは，以西底びき網漁業で漁獲される重要魚種の1つである．本種は，東海・黄海に広く分布し，大別して2つの系統群に分けられる[1]．1つは，渤海および海州湾に面する沿岸域で5～6月に産卵し，9月頃から山東高角沖または海州湾沖合に現れ，次第に南下東進して済州島南西海域で越冬し，春になるとそれぞれの生れた沿岸に回帰する黄海系統群である．ただし，この群には鴨緑江河口域や朝鮮半島西岸で産卵する地方群も含まれる．他の1つは，江蘇省～浙江省沿岸で5～8月に産卵した後沖合に出て，済州島南方沖合で越冬する東シナ海系統群である（Fig. 1）．両者の漁獲量をみると，後者が多く全体の約80%を占めている．

本種は，古くからキグチ・エソ・ハモ等と共に，練製品の原料として利用され，近年は総菜物としての需要も増大している．1そうびきおよび2そうびき以西底びき網によるシログチの総漁獲量は，1962年の3万トンを最高にしてその後減少し，1970年には1.4万ト

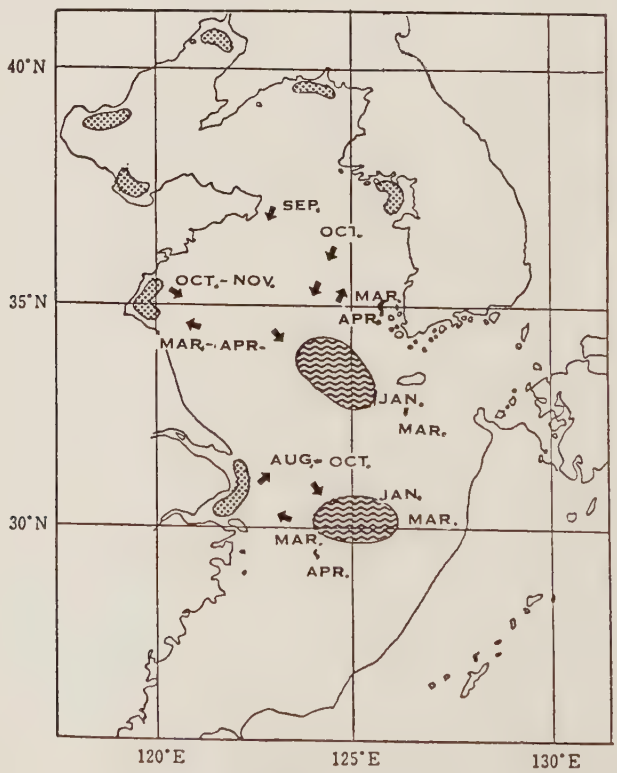


Fig. 1. シログチの分布回遊図
Map showing distribution and migration of white croaker.
: spawning ground, : wintering ground

ンと半減した．しかし，その後徐々に回復の傾向を示し，1980，'81年には約2万トンとなり，以西底びき網総漁獲量の10～11%を占めている（Fig. 2）．韓国における本種の漁獲実態は不明ながら，大・中型機船底びき網漁業では，あまり利用されていなかった．しかし，1977年以降，漁獲量は急上昇して約5～8千トンとなり，近年本種に対する関心が急速に高まりつつある（Table 1）．一方，中国における漁獲状況は全くわからない．

ここでは，シログチ資源の大きな部分を占める東シナ海系統群を対象に資源解析を行った．

本稿を作成する過程で種々有益な助言をいただいた浮魚資源第1研究室長竹下貢二博士，校閲をお願いした資源部長真子渺博士に心からお礼申し上げる．

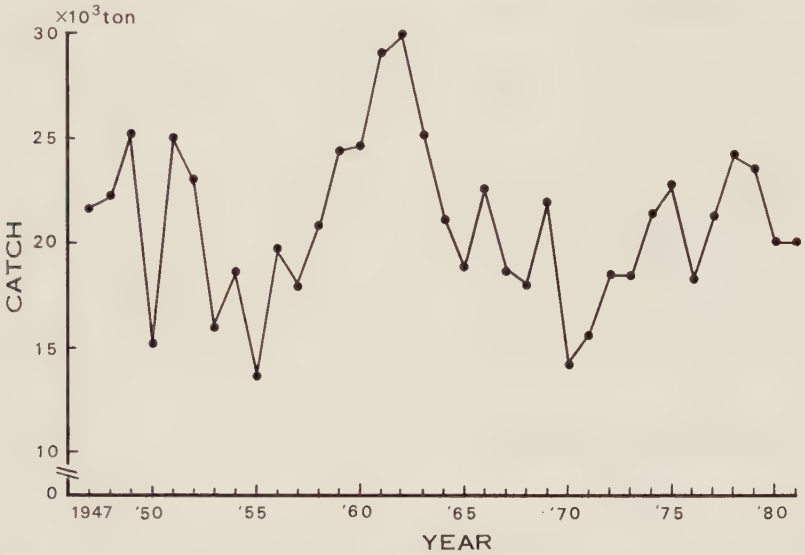


Fig. 2. 1そうびき・2そうびき以西底びき網漁業におけるシログチ漁獲量の年変化
Annual change of white croaker catch by Japanese trawl fishery in the East China Sea and the Yellow Sea.

Table 1. 韓国の大・中型機船底びき網漁業におけるシログチ漁獲量
Annual catch of white croaker by Korean large and medium typed trawl fishery in the East China Sea and the Yellow Sea.

Unit : ton

Year	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Catch	286	207	317	481	615	661	1,128	1,256
Year	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	
Catch	1,341	1,251	5,070	8,284	5,208	4,848	6,177	

資　料　と　方　法

用いた資料は，水産庁の以西2そうびき底びき網漁業の漁獲統計をもとに，作成された魚種別，系統群別漁獲物の年齢組成[2]である．

シログチの産卵期は5～8月で，6，7月が盛期といわれている[1]．ここでは7月を発生時として，年級群別の年齢組成を，1959年級から1973年級までの15年級群について作成し，これをもとに前報[3]同様土井ラップ[4]による資源解析を行った．

用いた成長式は次の通りである[5].

$L_t=33.8(1-e^{-0.508(t+0.26)})$

$W=5.037\ L^{3.2905}\cdot 10^{-3}$

L：全長(cm)，W：体重(g)，t：年齢

計算処理に当たっては芙蓉情報センター(株)を利用した．更にこの結果をもとに親仔関係について検討した．

得 ら れ た 結 果

1. 自然死亡係数

すでに本種については，田中[6]の方法により，M=0.3と計算されており，諸種の解析にもこの値が用いられている．ここで，年間生残率を0.1から0.9まで変化させた時の資源量を計算し，その変化を Fig. 3 に示した．これによると，寿命8年と推定されている本種の場合，S=0.75 位が適当な生残率と考えられる．

上記の M=0.3 から処女資源の場合の生残率を求めると，$S=e^{-M}$ により S=0.74 となる．両者の方法で求めた値はほぼ一致するので以下 M=0.3，漁業のない場合の生残率として0.74を用いることにした．

2. 漁獲死亡係数と漁獲率および漁業の利用度

シログチ東シナ海系統群の漁獲量は，1962年を最高に1970年まで減少し，その後次第に上昇傾向を示している（Fig. 4）．年級群別に整理した年齢組成をみると，どの年級もピークは1歳にみられ，その後の変化は後の年級ほど緩やかになっている（Table 2, Fig. 5）．

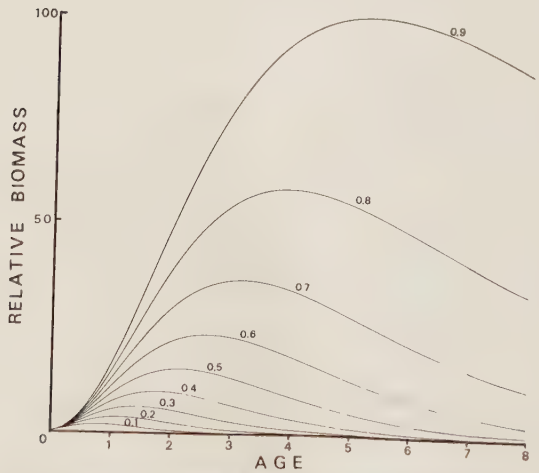


Fig. 3. 年齢別相対資源重量の変化（図中の数字は生残率）
Changes of relative biomass as a function of age of white croaker for various survival rates. Numbers by each curve indicate value of survival rate.

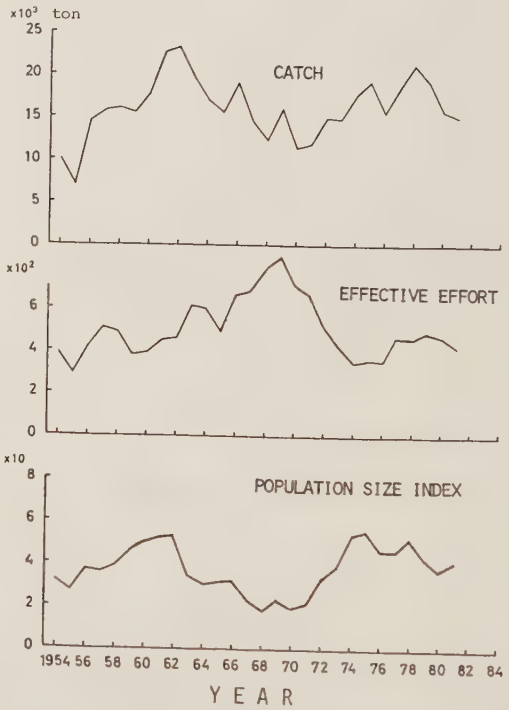


Fig. 4. シログチ東シナ海系統群の漁獲量等の年変化
Annual changes in catch, effective effort and population size index for the East China Sea population of white croaker.

そこで，平均年齢法[7]によって生残率を計算し，これから全死亡係数 Z を求めた．前掲の自然死亡係数 M=0.3 を用い，$Z=M+F$ によって，漁獲死亡係数 (F)，さらに $E=\frac{F}{F+M}(1-e^{-z})$ から，漁獲率 (E)

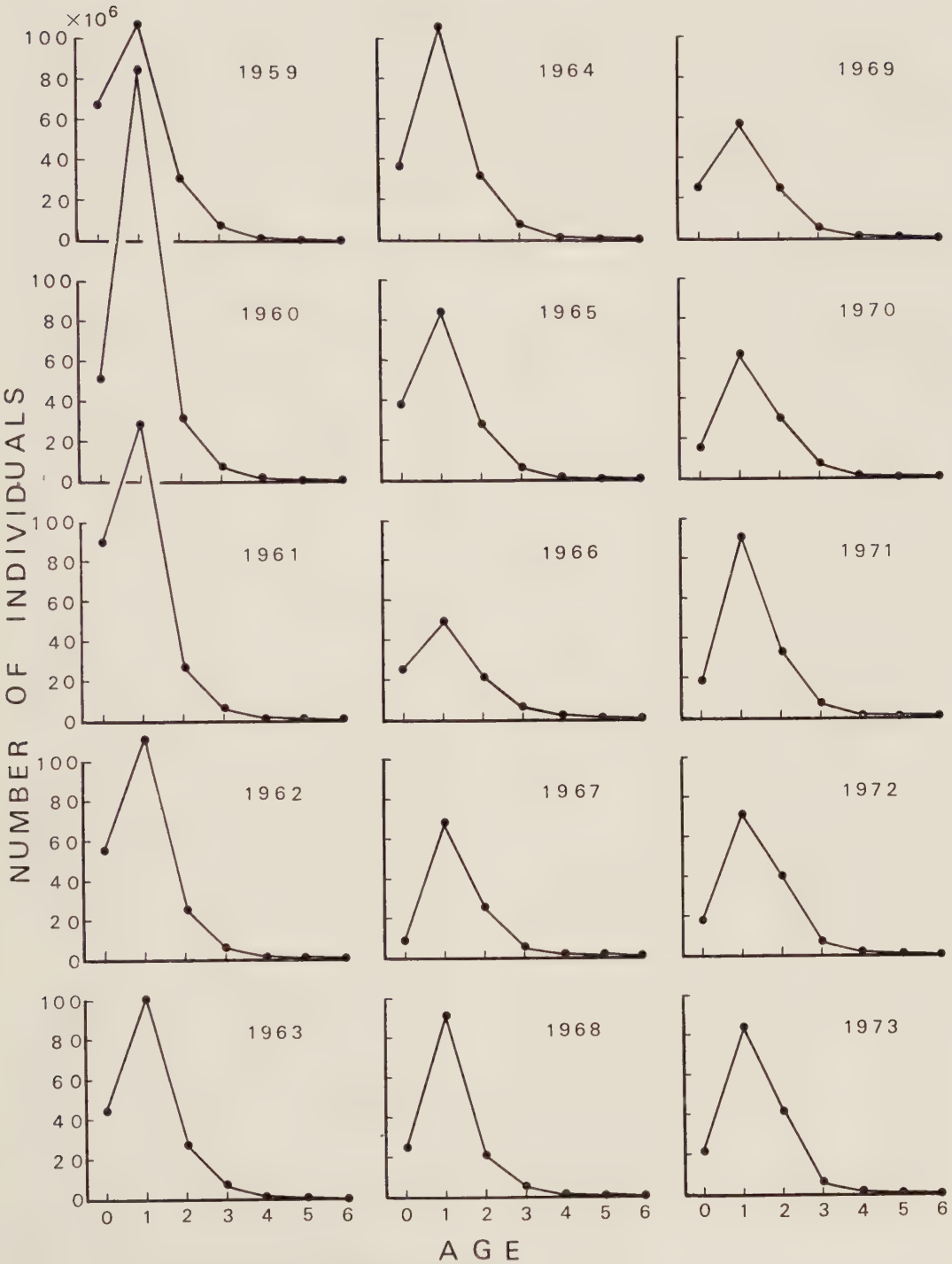


Fig. 5. 漁獲物の年級別，年齢組成
Age composition of white croaker catch by year class.

Table 2. シログチ東シナ海系統群の年級別・年齢群別漁獲尾数
White croaker catch in number by age group for each year class, 1959-1973.

Unit : 10^4

Age \ Year class	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
0	6,706	5,254	8,856	5,537	4,504	3,647	3,802	2,581
1	10,622	20,314	14,802	11,428	10,072	10,414	8,357	4,809
2	3,075	3,137	2,614	2,478	2,750	3,241	2,798	2,168
3	730	632	536	610	715	690	604	555
4	141	106	134	145	149	150	128	136
5	29	39	40	44	48	39	46	42
6	11	12	14	16	12	15	13	11
total	21,314	29,494	26,997	20,258	18,250	18,196	15,748	10,302

Age \ Year class	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
0	920	2,538	2,647	1,639	1,867	1,965	2,290
1	6,616	9,112	5,591	6,136	9,041	7,151	8,388
2	2,430	2,127	2,498	3,027	3,332	3,922	4,169
3	523	546	560	751	752	758	570
4	133	125	159	152	145	129	147
5	37	46	43	39	38	43	26
6	14	13	11	12	13	7	7
total	10,673	14,507	11,509	11,756	15,188	13,975	15,597

Table 3. 年級群別の生残率，全死亡係数，漁獲死亡係数および漁獲率
Survival rate, S, total mortality coefficient, Z, fishing mortality coefficient, F, and rate of exploitation, E, for each year class of white croaker.

Year class	S	Z	F	E
1959	0.2597	1.3484	1.0473	0.5750
1960	0.1686	1.7805	1.4794	0.6908
1961	0.1920	1.6504	1.3493	0.6606
1962	0.2291	1.4737	1.1726	0.6134
1963	0.2616	1.3410	1.0399	0.5726
1964	0.2667	1.3216	1.0205	0.5662
1965	0.2795	1.2749	0.9738	0.5504
1966	0.3370	1.0876	0.7865	0.4793
1967	0.2960	1.2173	0.9162	0.5299
1968	0.2428	1.4157	1.1146	0.5962
1969	0.3283	1.1139	0.8128	0.4901
1970	0.3406	1.0769	0.7758	0.4750
1971	0.2919	1.2312	0.9301	0.5349
1972	0.3350	1.0937	0.7926	0.4819
1973	0.3072	1.1802	0.8791	0.5160

を求めた．これらの値を Table 3 に示した．

生残率は，年齢組成を反映して当然後半の年級ほど高くなり，従って漁獲率は1960年級をピークにして後半ほど低くなっている．

次に，漁業への加入率であるが，前にも述べたように，本種は5～8月に産卵し，10月になると東シナ海中部の沖合へと徐々に回遊してくる．満1歳でそのすべてが漁業へ加入する．この時の加入率を1として，年級群別に年齢ごとの加入率（Q）を求めた[7]（Table 4）．

3. 資源尾数および産卵数の推定

年齢別漁獲尾数（Table 2）と漁獲率（Table 3）から漁獲対象資源尾数が得られる．更に，それを年齢別の加入率（Table 4）で割ると海の中の資源尾数となる．

東シナ海産シログチの群成熟度や産卵数に関する詳細な数字がないので，最首外[8]，Shingu[9] の報告を参考に，2歳で50%が成熟し，3歳でそのすべてが成熟して産卵するものとした．また，1尾当りの産卵数は2歳で25万粒，3歳以上は55万粒とした．

Table 4. 年級群別の当才魚の加入率(Q)
Availability (Q) of the O-age group of white croaker by year class.

Year class	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
Q	0.3585	0.1667	0.3334	0.2874	0.2726	0.2223	0.2783	0.3265
Year class	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	
Q	0.0969	0.1810	0.2932	0.1787	0.1399	0.1830	0.1806	

Table 5. 年級別各年齢群の漁獲量，資源量および産卵量
Catch, population size and eggs in number by age group for each year class of white croaker.

Year class	Age	$C(10^4)$	$Nc(10^4)$	$N(10^4)$	$E(10^8)$	$Nv(10^4)$	$Ev(10^8)$
1959	0	6,706	11,662	32,532	0	32,532	0
	1	10,622	18,472	18,472	0	24,074	0
	2	3,075	5,348	5,348	33,428	17,815	111,340
	3	730	1,270	1,270	34,918	13,183	362,530
	4	141	245	245	6,729	9,755	268,270
	5	29	50	50	1,383	7,219	198,520
	6	11	20	20	541	5,342	146,910
	total	21,314			76,999		1,087,570
1960	0	5,254	7,605	45,610	0	45,610	0
	1	20,314	29,405	29,405	0	33,751	0
	2	3,137	4,541	4,541	28,380	24,976	156,100
	3	632	914	914	25,144	18,482	508,260
	4	106	154	154	4,234	13,677	376,110
	5	39	56	56	1,533	10,121	278,320
	6	12	17	17	466	7,489	205,960
	total	29,494			59,757		1,524,750
1961	0	8,856	13,406	40,209	0	40,209	0
	1	14,802	22,407	22,407	0	29,754	0
	2	2,614	3,957	3,957	24,730	22,018	137,610
	3	536	812	812	22,318	16,293	448,070
	4	134	203	203	5,582	12,057	331,570
	5	40	61	61	1,668	8,922	245,360
	6	14	22	22	594	6,603	181,570
	total	26,997			54,892		1,344,418
1962	0	5,537	9,026	31,409	0	31,409	0
	1	11,428	18,631	18,631	0	23,242	0
	2	2,478	4,040	4,040	25,252	17,199	107,500
	3	610	994	994	27,345	12,727	350,010
	4	145	237	237	6,511	9,418	259,000
	5	44	72	72	1,978	6,970	191,660
	6	16	26	26	722	5,157	141,830
	total	20,258			61,808		1,050,000

つづく (to be continued)

C : Catch
Nc: Fishable population size
N : Total population size
Nv: Unexploited population size
E : Number of eggs

Table 5. つづき (continued)

Year class	Age	$C(10^4)$	$Nc(10^4)$	$N(10^4)$	$E(10^8)$	$Nv(10^4)$	$Ev(10^8)$
1963	0	4,504	7.865	28,855	0	28,855	0
	1	10,072	17,590	17,590	0	21,353	0
	2	2,750	4,803	4,803	30,019	15,801	98,757
	3	715	1,248	1,248	34,323	11,693	321,550
	4	149	260	260	7,143	8,653	237,950
	5	48	84	84	2,307	6,403	176,080
	6	12	20	20	562	4,738	130,300
	total	18,250			74,354		964,637
1964	0	3,647	6,441	28,974	0	28,974	0
	1	10,414	18,392	18,392	0	21,441	0
	2	3,241	5,723	5,723	35,768	15,866	99,163
	3	690	1,218	1,218	33,508	11,741	322,880
	4	150	265	265	7,275	8,688	238,930
	5	39	69	69	1,886	6,429	176,810
	6	15	27	27	742	4,758	130,840
	total	18,196			79,179		968,623
1965	0	3,802	6,908	24,820	0	24,820	0
	1	8,357	15,185	15,185	0	18,367	0
	2	2,798	5,083	5,083	31,770	13,591	84,945
	3	604	1,098	1,098	30,200	10,058	276,580
	4	128	233	233	6,407	7,443	204,670
	5	46	83	83	2,274	5,507	151,460
	6	13	24	24	666	4,076	112,080
	total	15,748			71,317		829,735
1966	0	2,581	5,383	16,487	0	16,487	0
	1	4,809	10,031	10,031	0	12,200	0
	2	2,168	4,521	4,521	28,258	9,028	56,425
	3	555	1,158	1,158	31,836	6,681	183,720
	4	136	283	283	7,796	4,944	135,950
	5	42	88	88	2,414	3,658	100,610
	6	11	23	23	626	2,707	74,448
	total	10,302			70,930		551,153
1967	0	920	1,736	17,914	0	17,914	0
	1	6,616	12,486	12,486	0	13,256	0
	2	2,430	4,585	4,585	28,659	9,810	61,311
	3	523	986	986	27,127	7,259	199,630
	4	133	250	250	6,881	5,372	147,720
	5	37	71	71	1,939	3,975	109,320
	6	14	26	26	716	2,942	80,894
	total	10,673			65,322		598,875
1968	0	2,538	4,256	23,513	0	23,513	0
	1	9,112	15,283	15,283	0	17,400	0
	2	2,127	3,568	3,568	22,297	12,876	80,475
	3	546	915	915	25,170	9,528	262,030
	4	125	210	210	5,777	7,051	193,900
	5	46	78	78	2,132	5,218	143,490
	6	13	21	21	578	3,861	106,180
	total	14,507			55,954		786,075

つづく (to be continued)

Table 5. つづき (continued)

Year class	Age	$C(10^4)$	$Nc(10^4)$	$N(10^4)$	$E(10^8)$	$Nv(10^4)$	$Ev(10^8)$
1969	0	2,647	5,400	18,420	0	18,420	0
	1	5,591	11,408	11,408	0	13,631	0
	2	2,498	5,097	5,097	31,859	10,087	63,044
	3	560	1,142	1,142	31,415	7,464	205,270
	4	159	324	324	8,899	5,524	151,900
	5	43	88	88	2,413	4,088	112,410
	6	11	22	22	613	3,025	83,181
	total	11,509			75,199		615,805
1970	0	1,639	3,451	19,318	0	19,318	0
	1	6,136	12,917	12,917	0	14,295	0
	2	3,027	6,372	6,372	39,824	10,578	66,115
	3	751	1,581	1,581	43,468	7,828	215,270
	4	152	320	320	8,795	5,793	159,300
	5	39	82	82	2,260	4,287	117,880
	6	12	25	25	684	3,172	87,232
	total	11,756			95,031		645,797
1971	0	1,867	3,490	24,954	0	24,954	0
	1	9,041	16,902	16,902	0	18,466	0
	2	3,332	6,230	6,230	38,937	13,665	85,406
	3	752	1,405	1,405	38,647	10,112	278,080
	4	145	270	270	7,436	7,483	205,780
	5	38	72	72	1,976	5,537	152,280
	6	13	24	24	646	4,098	112,690
	total	15,188			87,642		834,236
1972	0	1,965	4,078	22,283	0	22,283	0
	1	7,151	14,838	14,838	0	16,490	0
	2	3,922	8,138	8,138	50,863	12,202	76,264
	3	758	1,572	1,572	43,228	9,030	248,320
	4	129	267	267	7,330	6,682	183,750
	5	43	89	89	2,435	4,945	135,980
	6	7	14	14	378	3,659	100,620
	total	13,975			104,234		744,934
1973	0	2,290	4,437	24,562	0	24,562	0
	1	8,388	16,256	16,256	0	18,176	0
	2	4,169	8,079	8,079	50,493	13,450	84,064
	3	570	1,105	1,105	30,382	9,953	273,710
	4	147	285	285	7,849	7,365	202,550
	5	26	51	51	1,394	5,450	149,890
	6	7	13	13	345	4,033	110,910
	total	15,597			90,463		821,124

これらをもとに，上記海の中の資源尾数から，各年級群の年々の産卵数が計算される（Table 5）．この場合，性比は1：1とした．Table 5 の7，8欄には，漁業がない場合の資源尾数と産卵数も掲げた．

なお，0歳の漁獲尾数は，生後3ケ月以降のものであるから9ケ月分に相当するにもかかわらず，年間漁獲率をそのまま用いて資源尾数を計算したため，結果はやや過小となっている．また，現実の0歳魚の生残率は1歳魚以上のそれに比べ低いと思われるなど，いくつかの問題はあるが，ここでは無視することとし

Table 6. 土井ラップと VPA による推定資源量の比較
Stock size estimates for white croaker by Doi RAP and VPA method.

Unit : 10^4

Year class	Age	Doi RAP	VPA	Year class	Age	Doi RAP	VPA	Year class	Age	Doi RAP	VPA
	8	32,532	32,584		0	28,974	30,195		0	18,420	19,515
	1	18,472	18,756		1	18,392	18,724		1	11,408	12,041
	2	5,348	4,994		2	5,723	5,190		2	5,097	4,177
1959	3	1,270	1,144	1964	3	1,218	1,154	1969	3	1,142	1,013
	4	245	240		4	265	278		4	324	280
	5	50	60		5	69	81		5	88	75
	6	20	20		6	27	27		6	22	20
	0	45,610	46,387		0	24,820	25,311		0	19,318	19,891
	1	29,405	30,364		1	15,185	15,619		1	12,917	13,728
	2	4,541	4,877		2	5,083	4,543		2	6,372	5,035
1960	3	914	1,003	1965	3	1,098	1,032	1970	3	1,581	1,208
	4	154	218		4	233	258		4	320	270
	5	56	72		5	83	83		5	82	72
	6	17	21		6	24	24		6	25	21
	0	40,209	40,429		0	16,487	17,182		0	24,954	25,051
	1	22,407	22,309		1	10,031	10,553		1	16,902	17,501
	2	3,957	4,225		2	4,521	3,762		2	6,230	5,362
1961	3	812	958	1966	3	1,158	969	1971	3	1,405	1,199
	4	203	260		4	283	254		4	270	263
	5	61	80		5	88	74		5	72	74
	6	22	26		6	23	20		6	24	23
	0	31,409	32,276		0	17,914	18,251		0	22,283	23,845
	1	18,631	18,735		1	12,486	12,901		1	14,838	16,161
	2	4,040	4,326		2	4,585	4,002		2	8,138	5,978
1962	3	994	1,138	1967	3	986	934	1972	3	1,572	1,164
	4	237	285		4	250	253		4	267	231
	5	72	89		5	71	76		5	89	64
	6	26	29		6	26	25		6	14	12
	0	28,855	18,616		0	23,513	24,017		0	24,562	25,373
	1	17,590	17,683		1	15,283	15,235		1	16,256	17,587
	2	4,803	4,696		2	3,568	3,692		2	8,079	5,939
1963	3	1,248	1,183	1968	3	915	958	1973	3	1,105	948
	4	260	280		4	210	254		4	285	226
	5	84	82		5	78	83		5	51	45
	6	20	21		6	21	22		6	13	12

た．

因みに，Table 5 に示した資源量と Virtual population Analysis の推定結果を比較するとよく合っている（Table 6）．

4. 資源の診断と管理

前項で年級群ごとに，漁業のある場合と漁業がない場合の総産卵数が求められた．この両者の比は，現状の漁業によって再生産力の水準がどの程度低下しているかを表わす指標になる（Table 7）．これをみると，1965年級以前では，10%以下と極端に低く，1966年級以後は1968年級を除きやや上昇して10%以上を示す．しかし，各年級とも15%を超えることはなく，再生産力は低い水準にある．

Tabie 7. 年級群別再生産力の水準
Relative fecundity and rate of exploitation, *E*, by year class of white croaker.

Year class	Relative fecundity (%)	*E*
1959	7.1	0.5750
1960	3.9	0.6908
1961	4.1	0.6606
1962	5.9	0.6134
1963	7.7	0.5726
1964	8.2	0.5662
1965	8.6	0.5504
1966	12.9	0.4793
1967	10.9	0.5299
1968	7.1	0.5962
1969	12.2	0.4901
1970	14.7	0.4750
1971	10.5	0.5349
1972	14.0	0.4819
1973	11.0	0.5160

一般に，再生産力が最大になる所は，MSY の水準にあり，それは処女資源の½付近にあるといわれている[7,10,11]．とすると，シログチ東シナ海系統群の再生産力は低い水準で推移しているとみなければならない．したがって，この群に対する漁獲強度は過大ということになる．

それでは，現状の漁業による適正な漁獲強度はどの位かということになる．

そこで，各年級群の初期資源尾数（Table 5）と漁業への加入率（Table 4）を基にして，漁獲死亡係数を0.1から2.0まで変化させた時の生残率と漁獲率の各値を用いて，海の中の資源尾数，産卵数，漁獲対象資源尾数および漁獲尾数とその重量を理論的に計算した．ここでは1973年級の結果を Table 8 に例示した．

これより，年級群別に各漁獲死亡係数に応じた再生産力の水準を求めると Table 9 のようになる．そこ

Table 8. 漁獲死亡係数の変化に対応する資源尾数と産卵数および生産量（1973年級）
Population size, eggs in number and yield by age group of white croaker calculated with various fishing mortality (1973 year class).

Fishing mortality	Age	$Nv(10^4)$	$Ev(10^8)$	$N(10^4)$	$Nc(10^4)$	$E(10^8)$	Yield	
							Number(10^4)	Weight(ton)
$F=0.2$	0	24,562	0	24,562	4,437	0	698	4
	1	18,176	0	17,581	17,581	0	2,766	1,271
	2	13,450	84,064	10,652	10,652	66,572	1,676	2,582
$S=0.6059$	3	9,953	273,710	6,453	6,453	177,470	1.015	2,735
$E=0.1573$	4	7,365	202,550	3,910	3,910	107,520	615	2,227
$M=0.3011$	5	5,450	149,890	2,369	2,369	65,142	373	1,592
$Q_0=0.1806$	6	4,033	110,910	1,435	1,435	39,467	226	1,062
	total		821,124			456,171		
	0	24,562	0	24,562	4,437	0	1,276	7
$F=0.4$	1	18,176	0	17,094	17,094	0	4,915	2,259
	2	13,450	84,064	8,479	8,479	52,994	2,438	3,756
	3	9,953	273,710	4,206	4,206	115,660	1,209	3,258
$S=0.4960$	4	7,365	202,550	2,086	2,086	57,373	600	2,172
$E=0.2875$	5	5,450	149,890	1,035	1,035	28,459	298	1,271
	6	4,033	110,910	513	513	14,117	148	694
	total		821,124			268,603		
	0	24,562	0	24,562	4,437	0	1,755	10
$F=0.6$	1	18,176	0	16,695	16,695	0	6,602	3,034
	2	13,450	84,064	6,780	6,780	42,375	2,681	4,131
	3	9,953	273,710	2,753	2,753	75,721	1,089	2,933
$S=0.4067$	4	7,365	202,550	1,118	1,118	30,752	442	1,601
$E=0.3955$	5	5,450	149,890	454	454	12,489	180	767
	6	4,033	110,910	184	184	5,072	73	343
	total		821,124			166,409		

つづく (to be continued)

Table 8. つづき (continued)

Fishing mortality	Age	$Nv(10^4)$	$Ev(10^8)$	$N(10^4)$	$Nc(10^4)$	$E(10^8)$	Yield Number(10^4)	Yield Weight(ton)
	0	24,562	0	24,562	4,437	0	2,152	12
$F=0.8$	1	18,176	0	16,368	16,368	0	7,938	3,649
	2	13,450	84,064	5,442	5,442	34,015	2,639	4,066
	3	9,953	273,710	1,810	1,810	49,764	878	2,364
$S=0.3325$	4	7,365	202,550	602	602	16,547	292	1,056
$E=0.4850$	5	5,450	149,890	200	200	5,502	97	415
	6	4,033	110,910	67	67	1,829	32	152
	total		821,124			107,657		
	0	24,562	0	24,562	4,437	0	2,482	14
$F=1.0$	1	18,176	0	16,100	16,100	0	9,006	4,139
	2	13,450	84,064	4,383	4,383	27,394	2,452	3,777
	3	9,953	273,710	1,193	1,193	32,813	667	1,798
$S=0.2722$	4	7,365	202,550	325	325	8,933	182	658
$E=0.5594$	5	5,450	149,890	88	88	2,432	49	211
	6	4,033	110,910	24	24	622	13	63
	total		821,124			72,194		
	0	24,562	0	24,562	4,437	0	2,757	15
$F=1.2$	1	18,176	0	15,881	15,881	0	9,866	4,535
	2	13,450	84,064	3,540	3,540	22,123	2,199	3,388
	3	9,953	273,710	789	789	21,696	490	1,320
$S=0.2229$	4	7,365	202,550	176	176	4,836	109	395
$E=0.6212$	5	5,450	149,890	39	39	1,078	24	104
	6	4,033	110,910	9	9	240	5	26
	total		821,124			49,973		
	0	24,562	0	24,562	4,437	0	2,985	17
$F=1.4$	1	18,176	0	15,702	15,702	0	10,565	4,856
	2	13,450	84,064	2,865	2,865	17,909	1,928	2,970
	3	9,953	273,710	523	523	14,379	352	948
$S=0.1825$	4	7,365	202,550	95	95	2,624	64	232
$E=0.6728$	5	5,450	149,890	17	17	479	12	50
	6	4,033	110,910	3	3	87	2	10
	total		821,124			35,478		
	0	24,562	0	24,562	4,437	0	3,176	18
$F=1.6$	1	18,176	0	15,555	15,555	0	11,136	5,119
	2	13,450	84,064	2,324	2,324	14,525	1,664	2,563
	3	9,953	273,710	347	347	9,549	249	670
$S=0.1494$	4	7,365	202,550	52	52	1,427	37	134
$E=0.7159$	5	5,450	149,890	8	8	213	6	24
	6	4,033	110,910	1	1	32	1	4
	total		821,124			25,746		
	0	24,562	0	24,562	4,437	0	3,336	19
$F=1.8$	1	18,176	0	15,435	15,435	0	11,606	5,335
	2	13,450	84,064	1,888	1,888	11,800	1,420	2,187
	3	9,953	273,710	231	231	6,351	174	468
$S=0.1223$	4	7,365	202,550	28	28	777	21	77
$E=0.7519$	5	5,450	149,890	3	3	95	3	11
	6	4,033	110,910	0	0	12	0	1
	total		821,124			19,035		

つづく (to be continued)

Table 8. つづき (continued)

Fishing mortality	Age	$Nv(10^4)$	$Ev(10^8)$	$N(10^4)$	$Nc(10^4)$	$E(10^8)$	Yield Number(10^4)	Yield Weight(ton)
	0	24,562	0	24,562	4,437	0	3,470	19
$F=2.0$	1	18,176	0	15,337	15,337	0	11,995	5,514
	2	13,450	84,064	1,536	1,536	9,600	1,201	1,851
	3	9,953	273,710	154	154	4,230	120	324
$S=0.1001$	4	7,365	202,550	15	15	424	12	44
$E=0.7821$	5	5,450	149.890	2	2	42	1	5
	6	4,033	110,910	0	0	4	0	1
	total		821,124			14,300		

Nv : Unexploited population size
N : Total poputation size
Nc : Fishable population size
E : Number of eggs

Table 9. 年級群別漁獲死亡係数による再生産力の水準の変化
Changes of relative fecundity with fishing mortality coefficient, F, for each year class of white croaker.

F \ Year class	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
0.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.1	72.69	74.06	72.87	73.20	73.31	73.67	73.26	72.92	74.56	73.96	73.16	73.98	74.26	73.95	73.96
0.2	53.70	55.70	53.96	54.44	54.60	55.12	54.54	54.04	56.43	55.55	54.38	55.57	55.98	55.53	55.55
0.3	40.29	42.50	40.58	41.11	41.28	41.86	41.21	40.66	43.30	42.33	41.04	42.36	42.81	42.31	42.34
0.4	30.67	32.87	30.96	31.49	31.66	32.23	31.59	31.04	33.67	32.71	31.42	32.73	33.18	32.68	32.71
0.5	23.67	25.75	23.94	24.44	24.60	25.14	24.54	24.02	26.51	25.59	24.38	25.62	26.04	25.57	25.60
0.6	18.50	20.40	18.75	19.20	19.35	19.85	19.29	18.81	21.10	20.26	19.15	20.29	20.67	20.24	20.27
0.7	14.62	16.34	14.85	15.26	15.39	15.85	15.34	14.91	16.97	16.22	15.21	16.24	16.59	16.20	16.22
0.8	11.69	13.22	11.89	12.26	12.37	12.78	12.33	11.94	13.78	13.11	12.21	13.13	13.44	13.09	13.11
0.9	9.43	10.79	9.61	9.94	10.04	10.40	10.00	9.66	11.29	10.69	9.89	10.71	10.98	10.68	10.69
1.0	7.68	8.88	7.84	8.13	8.22	8.54	8.18	7.88	9.32	8.79	8.09	8.81	9.05	8.78	8.80
1.1	6.31	7.37	6.45	6.70	6.78	7.06	6.75	6.48	7.75	7.29	6.67	7.30	7.52	7.28	7.29
1.2	5.22	6.15	5.34	5.57	5.64	5.88	5.61	5.38	6.49	6.08	5.54	6.10	6.28	6.07	6.09
1.3	4.35	5.17	4.46	4.66	4.72	4.93	4.69	4.49	5.47	5.11	4.63	5.12	5.29	5.10	5.11
1.4	3.65	4.37	3.74	3.92	3.97	4.16	3.95	3.77	4.64	4.32	3.90	4.33	4.47	4.31	4.32
1.5	3.08	3.72	3.16	3.32	3.37	3.53	3.35	3.19	3.95	3.67	3.30	3.68	3.81	3.66	3.67
1.6	2.62	3.18	2.69	2.82	2.87	3.01	2.85	2.71	3.38	3.13	2.81	3.14	3.25	3.13	3.14
1.7	2.23	2.73	2.30	2.41	2.45	2.58	2.44	2.31	2.91	2.69	2.40	2.70	2.80	2.68	2.69
1.8	1.91	2.35	1.97	2.07	2.11	2.22	2.10	1.99	2.51	2.32	2.06	2.32	2.41	2.31	2.32
1.9	1.65	2.03	1.70	1.79	1.82	1.92	1.81	1.71	2.17	2.00	1.78	2.01	2.09	2.00	2.01
2.0	1.42	1.77	1.47	1.55	1.58	1.67	1.57	1.48	1.89	1.74	1.54	1.75	1.81	1.74	1.74

で，再生産力の水準が50%のところを適正水準とみなし，その時の漁獲死亡係数を求めると，Table 10 の第2欄に示すように0.23～0.25となる．これを現在の漁獲死亡係数（Table 10 の第5欄）と比較するとかなり低い値である．すなわち，現在の漁獲死亡係数は，0.8～1.5となっており，中でも1968年級および1964年級以前の年級群は1以上を示している．また，仮りに再生産力の水準が⅓の時の漁獲死亡係数をとってみても0.3～0.5の低いところにある．したがって，各年級群ともかなり強い漁獲圧力を受けていたことになる．以上の関係をやはり1973年級を例にして Fig. 6 に示した．これをみても，漁獲量の最大は適正水準の近くにあることがわかる．

ところで，現在シログチは当歳から漁獲されている

Table 10. 年級群別適正水準と現在の水準における生産量の比較
Comparison of yield at optimum level to present level for each year class of white croaker

Year Class	Optimum level			Present level			B/D	A/C
	F	Y (A) 10^2ton	Y/F (B) 10^2ton	F	Y (C) 10^2ton	Y/F (D) 10^2ton		
1959	0.227	172.3	759	1.047	122.0	117	6.49	1.41
1960	0.240	253.8	1,058	1.479	167.6	113	9.36	1.51
1961	0.227	214.3	944	1.349	126.1	93	10.15	1.70
1962	0.233	169.4	727	1.173	115.9	99	7.34	1.46
1963	0.233	156.0	670	1.040	114.5	110	6.09	1.37
1964	0.240	159.5	665	1.021	121.9	119	5.59	1.31
1965	0.233	134.2	576	0.974	101.9	105	5.49	1.32
1966	0.233	89.2	383	0.787	75.0	95	4.03	1.19
1967	0.247	101.8	412	0.916	85.5	93	4.43	1.19
1968	0.240	130.6	544	1.115	97.2	87	6.25	1.34
1969	0.233	99.4	427	0.813	82.0	101	4.23	1.21
1970	0.240	107.3	447	0.776	94.0	121	3.69	1.14
1971	0.247	140.5	569	0.930	113.2	122	4.66	1.24
1972	0.240	123.7	515	0.793	107.0	135	3.81	1.16
1973	0.240	136.4	568	0.879	113.4	129	4.40	1.20

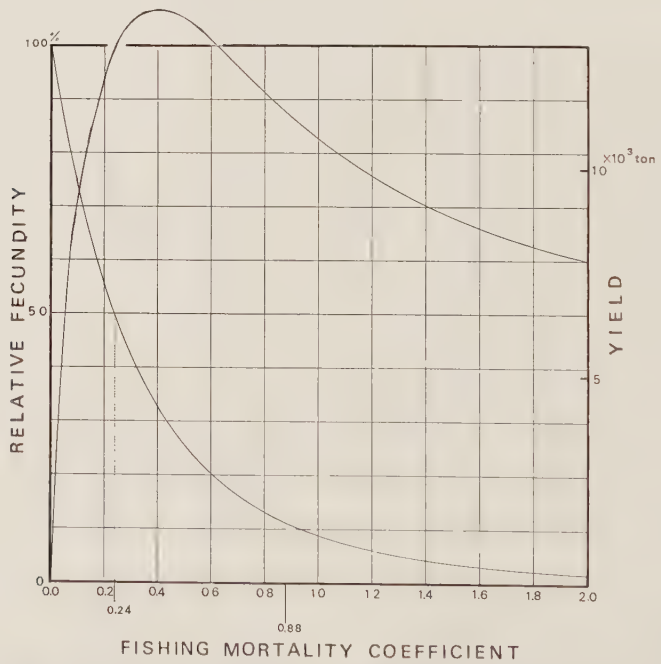


Fig. 6. 漁獲死亡係数と再生産力の水準ならびに生産量の関係（1973年級）
Relationship between fishing mortality coefficient and relative fecundity, and yield for white croaker (1973 year class).

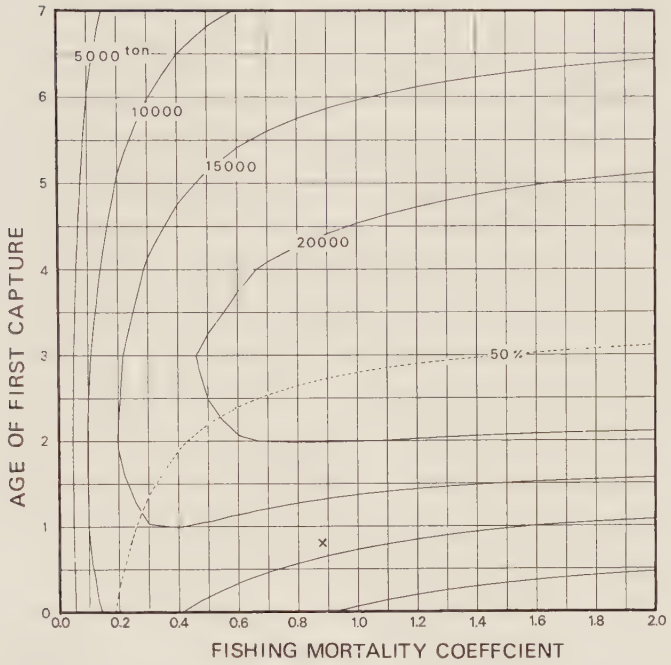


Fig. 7. 等生産曲線図（1973年級）
Yield isopleth diagram and relative fecundity for white croaker (1973 Year class).
Solid line shows yield, dotted line shows 50% relative fecundity.
×: point representing status of fishery in the corresponding year.

が，そのすべてが漁業の対象となるのは1歳である．そこで，漁獲開始年齢と漁獲死亡係数を変化させながら前項と同様の計算で等漁獲量曲線図を作成した．ここでは，1973年級について例示した（Fig. 7）．図上再生産力の水準が50%を適正水準として点線で示し，現在点を×印で示した．

この結果，いずれの年級群も現在点は50%線よりもずっと右下側にあり良い状態とはいえない．現在点の漁獲量は11,340トン，一方，現状の漁獲方法での適正な漁獲死亡係数は0.24，漁獲量は13,640トンとなる（Table 10）．したがって，適正水準に漁獲強度を落としても漁獲量はさほど増加しないが，生産性（漁獲死亡係数当り漁獲量）は4.4倍に増加する．他の年級群についてもほぼ同様の結果がみられる．すなわち，現状の漁獲開始年齢のまま漁獲強度を適正水準に調整した場合，期待される漁獲量の増加は1.1～1.7倍に過ぎないが，生産性は3.7～10.2倍と大巾に高まることがわかる（Table 10）．ところで，Fig. 7 から漁獲量の最大を得ようとすれば漁獲開始年齢を3歳，漁獲死亡係数を1.4以上にするとよいことがわかる．

Table 11. 漁獲開始年齢の変化に伴う生産量等の変化（1973年級）
Yield, Y, fishing mortality coefficient, F, and productivity, Y/F, for various ages of first capture, estimated at the optimum stock level for white croaker (1973 year class).

Age	1	2	3
F	0.254	0.429	1.514
Y(ton)	14,384	19,057	23,774
Y/F	55,969	44,422	15,703

そこで，漁獲開始年齢を変化させた場合の50%線上の漁獲死亡係数と漁獲量を読みとり，その生産性を求めると Table 11 および Fig. 8 になる．漁獲量は，漁獲開始年齢とほぼ比例して増大し，3歳で最大となる．一方，漁獲死亡係数は2.5歳位から3歳にかけて飛躍的に増大する．したがって，生産性は急速に減少する結果となる．

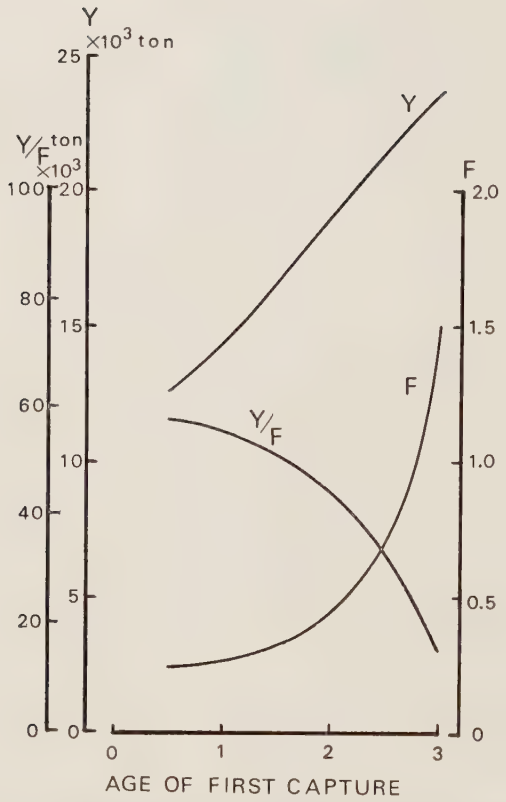


Fig. 8. 漁獲開始年齢と生産量，漁獲死亡係数および生産性の関係（1973年級）
Yield, Y, fishing mortality coefficient, F, and productivity, Y/F, against age of first capture for 50% relative fecundity for white croaker (1973 year class).

これらの結果から，シログチ資源を合理的に最高の漁獲水準において利用するには，漁獲開始年齢を 2.5 歳位にするのがよいと考えられる．

Table 12. 年次別親魚尾数と加入尾数
Estimated number of parental stock and recruitment by year.
A: the number of reproductive fish that is weighted with factors of group maturity and fecundity by age.
R: the number of 1-age fish.

Year	*A* (10^4)	*R* (10^4)
1961	1,647	22,407
1962	1,397	18,631
1963	1,085	17,590
1964	976	18,329
1965	1,183	15,185
1966	1,433	10,031
1967	1,364	12,486
1968	1,251	15,283
1969	1,262	11,408
1970	1,096	12,917
1971	1,218	16,902
1972	1,448	14,838
1973	1,713	16,256
1974	1,843	18,790
1975	1,891	14,091

論　　議

上述の診断によると，シログチ東シナ海系統群は，1959年級から一貫して適正水準を超えた漁獲強度にさらされてきた．にもかかわらず，本種は近縁のクログチやキグチのように枯渇状態に陥ることなく，1970年代にはむしろ回復さえ示している（Fig. 4）．

そこで，年級群別の各年齢群の資源尾数（Table 5）をもとに年次別の産卵親魚数を求め，これを翌年次の1歳群の資源尾数との関係を Table 12, Fig. 9 に示した．この際産卵親魚数は，前記年齢別の群成熟度と卵数により2齢の親魚尾数を調整し，3齢以上と同じ重みにした．

この図の資料の範囲では，シログチに親仔関係は認められない．ただ，1960年代初期に親仔とも減少傾向を示し，1970年代に両者増加傾向を示しているところは，前項でみられた生残率や，漁獲率等の変化や再生産力の水準の変化と対応している．

本種の1954年頃の生残率は0.4～0.5と推定されている[11,12]．また，1950年10月～'51年 9 月と 1951年 10月～'52年 9 月の 2 ケ年の 年齢組成をみると 2 歳以上の割合が 60～70%とかなり多く[13]，これから，1950～'51年の 2 歳以上と1951～'52年の 3 歳以上の比により生残率を計算すると0.58が得られた．このようにいず

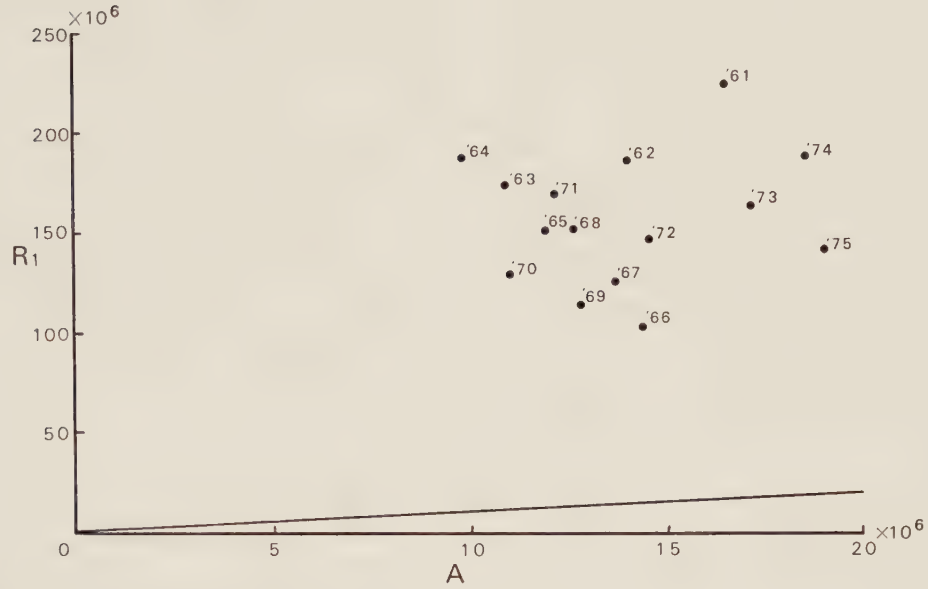


Fig. 9. 親　仔　関　係
Relationship between parental stock, A, and recruitment, R (see Table 12).

れもこの時代の生残率は高めである．また，同時代の体長組成をみても[14~17]，体長20cm以上の数が圧倒的に多い．

試みに，1950年10月～'51年9月の年齢組成と漁獲量をもとに年齢別漁獲尾数を求め，2，3項と同じ手順で生残率，漁獲率，来遊率を求め，漁獲対象資源尾数および海の中の資源尾数を計算した．これは，あくまでも横断的な年齢組成に過ぎないが，他に資料がないので，これをもとに Table 12 と同様の方法で産卵親魚数と加入尾数を求めるとそれぞれ $85,293\times10^3$ 尾と $329,792\times10^3$ 尾が得られる．これらの値に当時の漁区別統計をもとに計算した全域に対する東シナ海系統群の割合0.48を乗じると $40,941\times10^3$ 尾および $158,300\times10^3$ 尾となる．ただ，1歳魚の場合は東シナ海系統群の割合が高いと思われるので[18]，実際の加入尾数はこれよりかなり高い水準にあったことが想定される．

以上のことを考え合わせると，シログチ資源は，戦後漁業が再開された当時はかなり高い水準にあり，高齢魚の割合も多かったが，漁獲圧力の増大につれて急速に若齢化し，同時に資源水準も低下したものと思われる．しかし，これが更に低い水準の方向につながらないのが本系統群の特徴である．最首[19]は本種の再生産率を検討する中で，加入量が変動しやすい性質をもっており，とり過ぎの段階にきていないと述べている．そして，その原因を発生初期の環境条件，あるいは種間関係等に求めている．しかし，今のところこれらを説明できる資料はない．

要　約

シログチ東シナ海系統群の1959年級から1973年級に亘る15年級群の漁獲物の年齢組成を用いて土井ラップによって資源解析を行った．得られた結果は以下のようである．

1．漁業がない自然状態で変化するシログチ資源を想定し，いろいろな生残率を与えた場合の資源重量の変化から，自然時の生残率を0.75，自然死亡係数を0.288と推定した．これは従来使われている田中の方法による0.3とほぼ近いものであった．

2．年級別の年齢別漁獲尾数から，生残率，漁獲死亡

係数，漁獲率および利用度を求め，漁獲対象資源尾数と海の中の資源尾数を推定した．同じ年齢組成をもとに計算した Virtual population analysis による資源尾数と土井ラップの結果とはほぼ一致した．

3．また，推定資源尾数と年齢別群成熟度および産卵数によって総産卵数を計算した．

4．年級ごとに漁業のない時の産卵数と漁業のある時のそれの比を求め，これを再生産力の水準とした．その結果，再生産力の水準は，どの年級も適正水準以下の低いところにある．したがって，この群にかかる漁獲強度は過大であると判断された．

5．年級別の等生産量曲線図から，現状点は適正水準以下にあり，漁獲開始年齢を3歳にし，漁獲死亡係数を1.4にすれば漁獲量の最大が得られることがわかった．しかし，生産性を考えると漁獲開始年齢は2.5歳前後，漁獲死亡係数0.5～1.0程度が合理的であるといえる．

6．年級別年齢別資源尾数と群成熟度，産卵数を用いて産卵親魚数を求め，1歳魚の尾数と対比した．資料の範囲では親仔関係は認められなかった．しかし，1954年以前の生残率が高かったこと，1950年頃の年齢組成をもとに推定した親仔の水準はともに高かったことを考慮すると，1960年以降の資源水準はそれ以前に比べてかなり低い状態にあるとみられる．ただ，その水準が更に低いところに向うことなく変動している点は本系統群の特徴と思われた．

文 献

1）小島喜久雄　1966：東シナ海・黄海産シログチの系統群に関する研究．西水研研報，(34)，57-80.

2）庄嶋悦子・大滝英夫　1981：以西底魚に関する諸統計について．資源調査研究連絡，(73)，16-51，西海区水産研究所.

3）庄嶋悦子・大滝英夫　1982：コウライエビの資源解析．西水研研報，(58)，23-51.

4）T. Doi　1981：Practical and Rapid Methods of Fish Population Analysis. Text/Reference book series, (18), 28pp. Training Department SEAFDEC.

5）真子　渺　1967：以西漁場で漁獲される主要魚種の体長・年令組成の推定法．底魚資源調査研究連絡，(50)，9-27，西海区水産研究所.

6）田中昌一　1960：水産生物の Population dynamics と漁業資源管理．東水研研報，(28)，1-200.

7）土井長之　1975：水産資源力学入門，66pp.，日本水産資源保護協会.

8）最首光三・中島国重・小島喜久雄　1954：東海・黄海産シログチの生殖．西水研研報，(4)，1-34.

9）Ch. Shingu　1962：On the maturity and the spawning of white croaker, *Argyrosomus argentatus* (Houttuyn) and yellow croaker, *Pseudosciaena manchurica* (Jordan et Thompson). *Rec. Oceanog. Works Japan* (Spec. No. 6), 65-72.

10）田内森三郎　1963：演習漁業物理学．116pp.，恒星社厚生閣，東京.

11）吉原友吉　1962：水産資源の動態に関する数理的研究．東京水産大学特別研究報告，**5**，(1)，1-103.

12）真子　渺　1961：銘柄別漁獲統計による以西漁場の底魚資源の研究．西水研研報，(24)，1-113.

13）――――　1957：資源の状態．東海・黄海における底魚資源の研究．(4)，79-86，西海区水産研究所.

14）西海区水産研究所遠洋資源部統計科　1951：昭和25年第3漁期の調査測定資料並に計算結果．以西底魚資源調査研究報告，(2)，20-21.

15）――――――――　1951：昭和25年第4期及び昭和26年第1期の調査測定資料並に計算結果．同誌，(3)，12，28-29.

16）――――――――　1952：昭和26年第2，3及び4期の調査測定資料並に計算結果，同誌，(4)，14.

17）松井魁・高井徹　1952：東海黄海産重要魚類の生態学的研究，第4報，シログチ *Nibea argentata* (Houttyn) の生態学的研究，同誌，43-63.

18）山田梅芳・池本麗子・最首光三　1977：東シナ海・黄海産シログチの分布・回遊ならびに環境について．底魚資源調査研究連絡，(71)，1-19，西海区水産研究所.

19）最首光三　1972：魚の資源解析における基本的な問題点――以西底魚研究への反省もふくめて――．水産科学，**18**，（1），1-14.

西水研研報　第60号，昭和58年10月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No. 60, Oct. 1983

日本海南西海域から東シナ海におけるマサバの生態－Ⅰ．漁場の変遷と漁獲量変動

飯塚　景記*,**・濱崎　清一*

Ecology of Common Mackerel in the Southwestern Japan Sea and the East China Sea-I. Change of Fishing Grounds and Catch Fluctuation

Keiki IIZUKA*,** and Seiichi HAMASAKI*

The common mackerel, *Scomber japonicus* HOUTTUYN, is one of the commercially important species in the southwestern Japan Sea and the East China Sea.

The study was made to provide biological background information for the stock analysis of the mackerel. In this report, catch fluctuation and change of size composition by fishing ground were discussed principally based on catch records and sampling data from the 1955-1980 purse seine fishery of the large and medium type category.

1. Total catch of mackerel had increased rapidly since 1969 with the highest value in 1974. The average catch after 1975 still remained at high level, although gradual downward trend was indicated.

2. As to the large and medium typed purse seine fishery, fishing effort —number of boats and operation days in effective use—was made most in the west Goto ground and in the northern East China Sea ground, and secondly in the Tsushima ground and in the Tottori ground. It is notable that the catch in Tottori ground declined considerably after 1978.

3. Within the year 1955-1980, 2 or 3 periods common to each ground were distinguished by examining changes of major fishing season and size composition. The most remarkable change in size composition as well as major fishing season occurred during 1972-1974, and may imply change of the stock condition.

昭和58年7月22日受理（Received July 22, 1983）
西海区水産研究所業績第411号（Contributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 411）
*西海区水産研究所下関支所　〒750　下関市東大和町2－5－20（Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, Shimonoseki Branch, Higashiyamato-machi, Shimonoseki 750, Japan）
**現在：東北区水産研究所　〒985　塩釜市新浜町3－27－5（Present address: Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory, Shinhama-cho, Siogama 985, Japan）

4. Rapid increase of young fish originated from highly abundant spawned eggs and larvae for the years 1965–1968 may have resulted in high catch since 1969, on.

まえがき

サバ類は先史，古墳時代から利用されており，江戸時代には専用の漁業も出現しているが，漁獲量は少なかったと思われる[1]．しかし，明治時代以降，漁獲手段の開発，漁撈技術の向上によってまとまった漁獲があげられるようになり，さらに終戦後，食糧増産の一環として，新たなまき網漁場やはね釣漁場が開発されるとともに，漁船の大型化，漁撈技術の発展・進歩に支えられ，漁獲量は急激に増加してきた．

日本海南西海域から東シナ海におけるサバ類の漁獲量は，最近減少傾向にあるものの，1969年以降，25～35万トン台の比較的高い水準を維持している．全国のサバ類漁獲量を海域別にみると，太平洋側の漁獲がもっとも多いが（大部分がマサバ），次いでこの海域の漁獲比率が高く，1969～1981年には全国漁獲量の20～30%，1982年では約40%を占めている．

この海域においては，はじめマイワシ，マアジを主対象として漁場が形成されてきたが，これら魚種資源の衰退後，サバ類の漁獲が飛躍的に増大し，これにともなって漁場位置も大きく変動してきた．したがって，マサバの生態，資源研究を進めるにあたってはこれらの経緯をふまえ，漁業の動態，漁場の変遷，漁獲量の変動等を把握することが必要であり，このことが今後のマサバの資源評価の基盤となるものと考えられる．この報告では，まず統計上サバ類として一括されているものを，マサバとゴマサバとに分離し，マサバについて，1955年以降の漁獲量変動，漁場の変遷を述べるとともに，各漁場におけるマサバ群の特性を，体長組成の経年変化から検討し，若干の論議を行った．

本文に入るに先だち，マサバの体長組成は沿岸重要資源委託調査，および200海里水域内漁業資源調査によったもので，この調査にあたられた鹿児島県・熊本県・長崎県・佐賀県・福岡県・山口県外海の各水産試験場，および資料の収集にご協力をいただいた鳥取県水産試験場境港分場，島根県水産試験場，西海区水産研究所資源部の職員各位には厚く御礼申しあげる．本研究を進めるにあたっては，大内明元下関支所長には種々便宜をはかっていただき，本報告のとりまとめにあたっては西海区水産研究所真子渺資源部長には有益な助言をいただいた．また，矢野実前下関支所長（現西海区水産研究所浅海開発部長）には原稿を校閲していただいた．心から謝意を表する次第である．

資料と方法

漁獲統計資料は農林省統計調査部によるまき網漁場別統計表（昭和30～35年），まき網漁業漁場別統計表（昭和36・37年），まき網漁業漁場別統計報告（昭和38～42年），海面漁業（浅海養殖）漁獲統計表（昭和26～28年），漁業養殖業漁獲統計表（昭和29～37年），漁業養殖業生産統計年報（昭和38～54年），水産物流通統計年報（昭和38～55年），および水産庁による大中型まき網漁業漁獲量結果表（昭和41～55年）を用いた．また，体長組成は主として大中型まき網漁業および中型まき網漁業からの採集標本によるものである．採集標本数と個体数は表1に示した通りである．

水産庁が集計している大中型まき網漁業統計では，1973年以降マサバとゴマサバの漁獲量は区分されているが，それ以前のものは区分されていない．また，上記以外の漁業種類の統計では全く区分されていない．そこで，マサバ漁獲量の推定にあたっては，標本から得られた漁業種類別，漁場別，時期別のマサバとゴマサバの混獲割合をもとに計算を行なったが，その詳細については結果と考察の項で述べる．

体長（尾叉長）組成は原則として銘柄別の標本（20尾以上）の推定値から，これを漁獲物全体の組成にひきのばした．得られた体長組成は漁場毎に，月，時期，年別にとりまとめた．

表 1. マサバ体長組成標本採集表

漁場	鳥取沖		対馬沖		五島西沖～東シナ海北部		五島灘～天草灘		薩南近海		東シナ海中・南部		東シナ海西部	
年	標本数	個体数	標本数	個体数	標本数	個体数	標本数	個体数	標本数	個体数	標本数	個体数	標本数	個体数
1958			5	272	15	465	19	543						
59			11	785	14	462	19	784			6	161		
60			13	707	29	1,053	11	384			12	385	1	56
61			10	424	44	1,775	26	956			10	316	1	31
62			29	1,409	33	1,471	27	961			10	368	1	32
63			24	1,079	18	693	8	276			11	411	1	23
64			18	749	16	660	25	802			15	428	4	140
65			10	435	14	564	22	870			23	808	6	247
66	16	335	5	306	14	820	20	748			16	547		
67	27	545	35	1,815	55	2,693	32	1,425			55	2,387		
68	9	180	68	4,278	43	2,074	21	865			54	2,514	22	1,074
69	32	858	93	5,582	81	4,113	25	1,099			29	1,234	86	3,885
70	42	2,023	68	2,806	104	4,837	44	2,018	5	585	83	3,326	59	2,493
71	30	3,059	69	4,452	112	6,468	28	1,212	14	617	24	833	11	526
72	19	2,336	38	2,083	90	4,189	12	639	8	433	22	704	9	328
73	18	2,429	38	3,909	70	3,158	14	553	6	244	28	1,232	23	1,081
74	21	3,004	18	890	27	1,413	5	265			8	322	13	1,266
75	23	3,057	21	884	8	320	3	113			7	324	10	460
76	14	2,808	27	1,154	14	556	3	145			4	118	1	33
77	17	2,809	29	1,091	13	294	7	278			7	390	10	584
78	26	4,118	20	3,182	28	5,173			21	407	8	540	2	141
79	29	5,749	52	3,996	37	4,110	63	3,251	14	903	25	1,897	5	651
80	28	5,166	44	4,257	44	2,547	35	1,778	14	977	14	1,138	5	410
計	351	38,476	755	46,560	923	49,908	469	19,975	82	4,166	471	20,383	280	13,461

結　果　と　考　察

1. サバ類漁業の経緯と漁獲量の変動

日本海から九州西岸でサバ類を対象とする漁業は，戦前までは主として敷網，延縄，刺網等の沿岸漁業で，とくに延縄は沿岸各地で周年にわたって行なわれていた[2]．終戦後，日本海ではサバ類，マイワシ，マアジを対象にまき網漁業が急速に発展し，1955年以降，山陰，対馬～見島，九州西岸の各漁場で安定した漁獲をあげるようになった．また，東シナ海では1950年に，静岡県船により白瀬沖，済州島～男女群島沖合でサバはね釣漁場が開発されたが，1952年に韓国が設定したいわゆる李ラインの影響を受けて，この漁場はまもなく衰微した．はね釣漁業は，その後1957年から東シナ海中・南部海域で，大・中サバ（ゴマサバ主体）を対象に集中的に操業し，ふたたび活況を呈したが，1959年から急激に漁獲量が減少するとともに，漁業は衰退の一途をたどり，現在薩南近海でわずかに残っているに過ぎない[3,4]．

一方，沖合のまき網漁場の開発は沿岸まき網漁業の不振（とくにマアジ）の打開策として，漁業者，研究機関等の手によって進められ，1958年にクチミノセ近海（東シナ海中部），1959年には済州島近海（東シナ海北部）に新しい漁場が開発され，1960年にはマアジを主対象として漁獲が急激に増加した[4-6]．この間のサバ類漁獲量は低水準ながら比較的安定していたが，1967年にマアジ資源が衰退した後，クチミノセ近海，魚釣島北西近海（東シナ海南部），バーレン近海（東シナ海西部），済州島西方近海（東シナ海西部）での漁獲を中心に，1968年から急速に増加して，沖合におけるまき網漁業の主要漁場となって現在に至っている．

以下，具体的に漁業種類別の漁獲量の経年変動を述

べるとともに，他魚種の漁獲状況との関連についても検討する．

(1) 大中型まき網漁業

大中型まき網漁業の漁場別の統計は1955年から農林省統計調査部によって公表されているが，1963年まで20トン以上のまき網漁船，1964年以降40トン以上の大中型まき網漁船が対象となっている*．操業形態には1そうまきと2そうまきがあるが，この海域では1961年以降，すべての漁船が1そうまきに転換した．漁船をトン数階層別にみると，1959年当時79トン型の他に59トン型のものがかなり存在したが，1963年にはほとんど79トン型に変り，90トン型もみられるようになり，さらに1969年には110トン型が出現している[7]．また，1966年以降の揚網数の変化をみると，それまで主体であった79トン型のものは急減し，1971年から110トン型のものが増加し，最近では110・116トン型のものが主体となっている[8]．

この海域における1951年以降のサバ類漁獲量の経年変動をみると，1969年から急増しているが，全体として2つのピークがみられる（図1）．第1のピークは

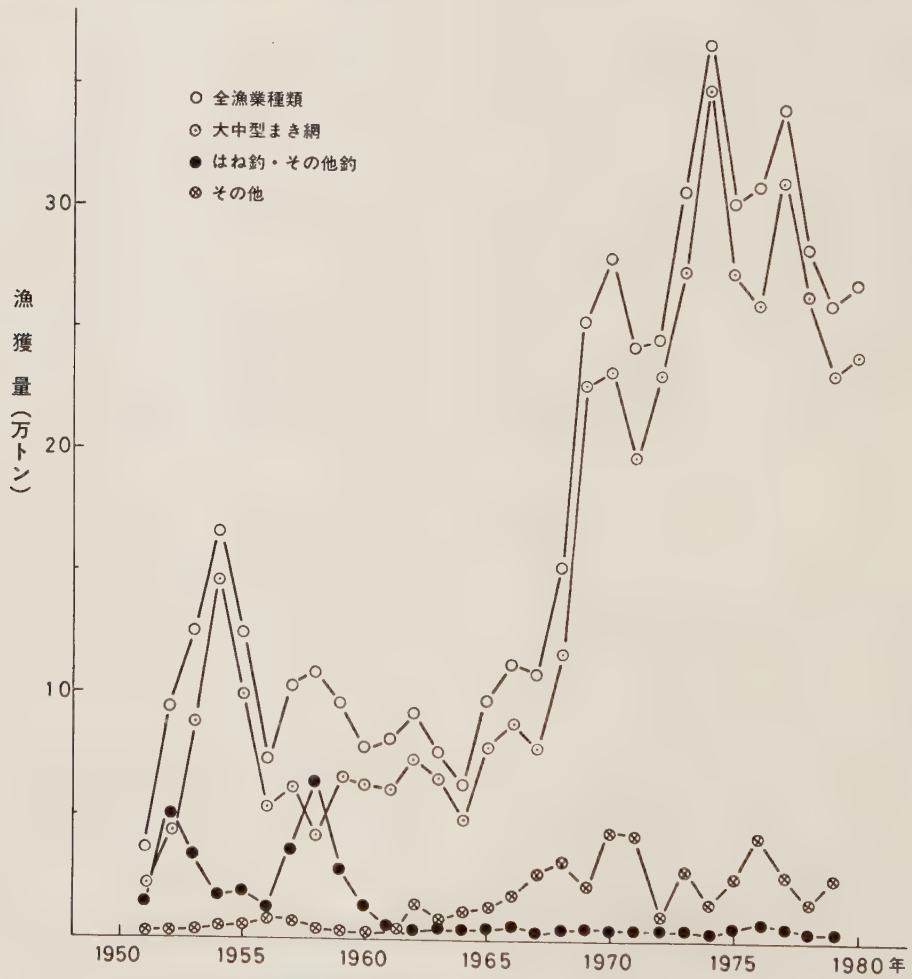


図 1. 日本海南西海域～東シナ海におけるサバ類の漁業種類別漁獲量

* 大中型まき網漁業は40トン以上の網船による大臣指定漁業であるが，1963年以前にはこの名称はなく，20トン以上のまき網漁船が指定漁業とされている．

1954年（約15万トン）にあり，当時の主漁場は鳥取沖と対馬沖であった．漁獲量は1956年以降1968年まで比較的安定し，5～10万トンを維持していたが，1969年から急激に増加し，1971年にやや減少したものの，1972年から再び増加に転じ，1974年には第2のピーク（約34万トン）に達した．1969年以降の漁獲の増大は，五島西沖～東シナ海北部，対馬沖，さらに鳥取沖と済州島西方～ソコトラ近海などにおける漁獲の増加によるものである．1975年以降，漁獲量は年による増減を繰り返しながら，ほぼ23～30万トン台を維持しており，これらの大部分は五島西沖～東シナ海北部，対馬沖，鳥取沖の3漁場から獲られている．全体的にみると，この漁業の漁獲量は1954年の一時的な増加を除けば，1969年から増大期にはいり，最近やや減少傾向にあるものの，比較的高い水準を維持しているといえる．

(2) はね釣漁業とその他の漁業

はね釣漁業によるサバ類漁獲量の変動をみると，1950～1960年までに2つのピークがみられるが，その後は減少し低調に経過している（図1）．第1のピークは1952年（約5万トン）で，白瀬沖，済州島～男女群島近海のマサバとゴマサバ，第2のピークは1958年（約6万トン）で，魚釣島北西近海のゴマサバによるものであったが，1961年以降，この漁業は薩南近海の一部を除きほとんど消滅し，現在に至っている．その他の漁業（中型まき網漁業主体）による漁獲量は1965年以降，やや上昇傾向にあり，1971～1972年には約4万トンに達し，その後この水準で増減を繰り返している．

(3) その他の主要魚種の漁獲量変動

大中型まき網漁業で漁獲される魚種はサバ類，マアジ，ムロアジ類，イワシ類を主体に，サワラ，ブリ，ウマヅラハギ，カツオ・マグロ類等多種に及んでいる．これらのうち，マサバ，マアジ，マイワシの漁獲量変動はとくに著しく，魚種別漁獲量の消長，漁場の変遷からいくつかの漁況変化の特徴をうかがい知ることができる．例えば，真子[9]はマアジについて，水産庁[3]，浅見・岸田[8]，井上[10]，はマイワシ，マアジ，サバ類について，それぞれ漁獲量変動，漁場の変遷から，漁況の時代区分を行っている．

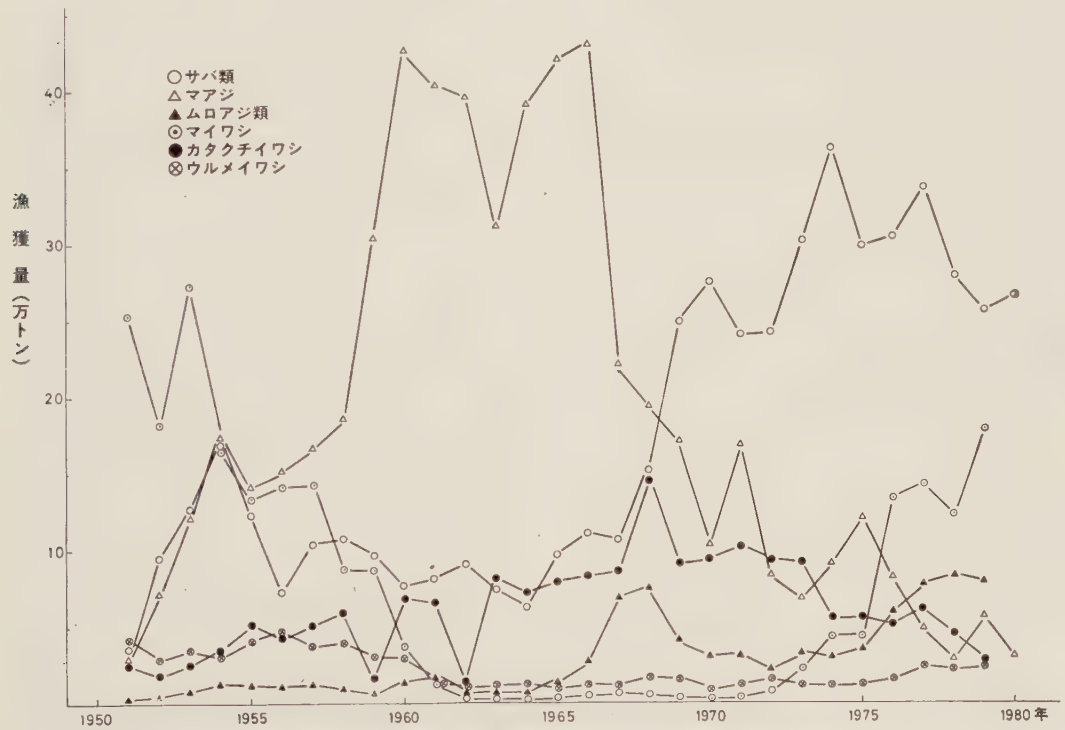


図 2.　日本海南西海域～東シナ海における魚種別漁獲量（全漁業種類）

この海域におけるこれらの魚種の漁獲量（全漁業種類）はイワシ類を除き，大中型まき網漁業によるものが大部分を占めている（図2）．また，ムロアジ類，ウルメイワシ，カタクチイワシ（1968年の15万トンを除く）の年間漁獲量は，いずれも10万トンを超えることはないが，サバ類，マアジ，マイワシの漁獲変動は著しく，それらの好不漁が各年の漁況を左右している．これらの漁獲量変動からみて，大局的には上述[3,8-10]の時代区分はほぼ妥当であるが，大中型まき網漁業以外の漁業種類による漁獲を考慮にいれた場合，次のような時代区分が可能である．

第1期――マイワシ漁時代（1953年以前）．

第2期――マアジ・マイワシ・サバ類漁共存時代（1954～1958年）：沿岸域の不振時代で，これから沖合時代に移行する．

第3期――マアジ漁時代（1959～1968年）．

第4期――サバ類（マサバ）漁時代（1969～1978年）．

第5期――サバ類（マサバ）・マイワシ漁共存時代（1979年以降）．

この海域の全漁業種類総漁獲量（浮魚類）はほぼ50～60万トンで，このうち大中型まき網漁業によるものは約35～50万トンの範囲で増減を繰り返しており，魚種別漁獲量の変化とは対照的に，比較的安定しているといえる．また，1960年以降，全漁業種類総漁獲量と大中型まき網漁業全漁獲量の経年変動には，同じような傾向が認められる（図3）．

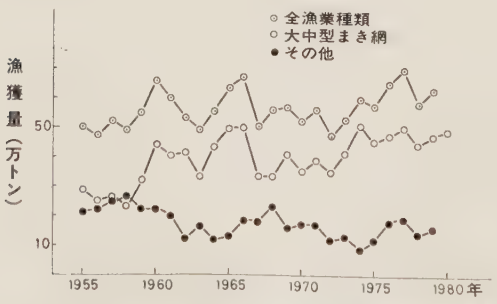


図 3. 日本海南西海域～東シナ海における浮魚類の漁獲量

2. マサバ漁獲量の推定と変動

この海域にはマサバとゴマサバが分布しており，特定の漁場を除き，マサバにゴマサバが混入する状態で漁獲される場合が多い．水産庁が集計している漁獲統計では，1973年以降両者が区分されているが，それ以前はサバ類として合計で記録されているので，マサバの生態，資源研究にあたっては，まず年別，漁場別に両者を分離し，マサバ漁獲量を把握することが必要である．

マサバとゴマサバの漁獲量の区分は，1957～1964年については すでに西海区水産研究所によって作成された両者の混獲率[11]から可能であるので，ここでは1965～1972年の混獲率の推定法について述べる．これらによって，1957年以降のマサバ漁獲量を推定することができる．

(1) 混獲率と漁獲量の推定

まず，採集された魚体測定のための標本は年・時期漁業によって標本数，個体数とも必ずしも十分とはいえないが，一応漁獲物を代表しているものとみなした．これらの測定標本から，漁場別，時期別のマサバとゴマサバの混獲率が求められ，それに対応するサバ類漁獲量との積からマサバの漁獲量が計算できる．また，年間の混獲率は時期別比率の荷重平均によって得ることができ，付表1，2に漁業種類別，漁場別のマサバとゴマサバの混獲率と漁獲量をそれぞれ示した．

1955～1972年の混獲状況をみると，鳥取沖，対馬沖では，各年ともほとんどマサバであるが，五島灘～天草灘，五島西沖～東シナ海北部ではゴマサバの混獲が比較的多く，しかも年による変動がかなり大きい．薩南近海の大中型まき網漁業およびはね釣漁業では，

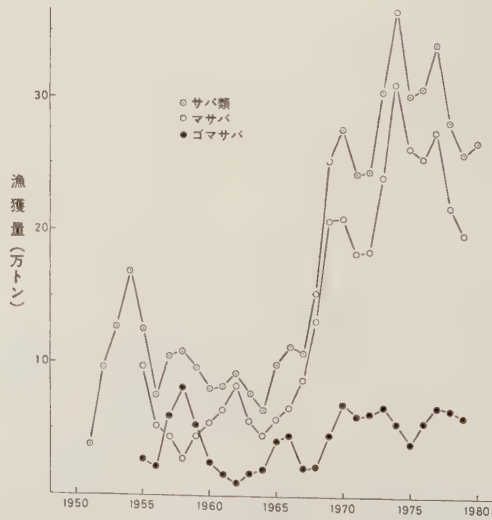


図 4. マサバ・ゴマサバ漁獲量の経年変動（全漁業種類）

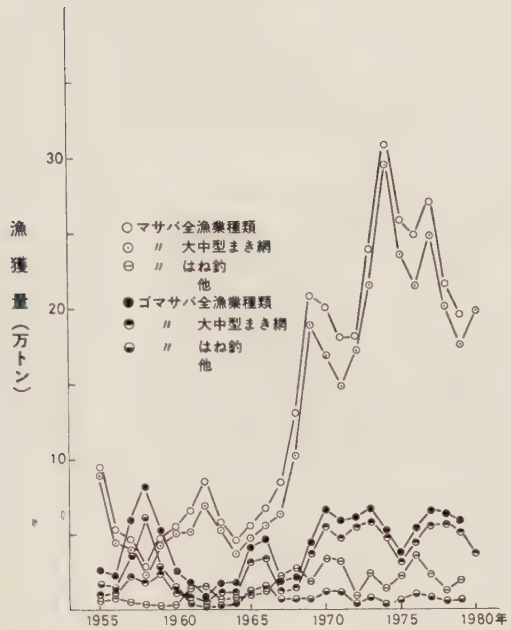


図 5. マサバ・ゴマサバ漁業種類別漁獲量の経年変動

1963年を除き，ゴマサバの混獲が非常に多い．また，東シナ海中・南部では1967～1969年を除き，ゴマサバの混獲が多いが，東シナ海西部では1972年を除き，ゴマサバの混獲は少ない．

(2) 漁獲量の経年変動

全漁業種類によるマサバの漁獲量の経年変動は，サバ類の変動とほぼ同様な傾向を示しており，漁獲量は1969年に急増し，1974年には最高の約31万トンに達し，その後増減を繰り返しながら全体として減少傾向にある(図4)．大中型まき網漁業によるマサバ漁獲量は，ほぼ全漁業種類による漁獲量と同様な傾向で推移し，1974年には最高の約29万トンになっている．全漁業種類によるマサバ漁獲量と大中型まき網漁業によるマサバ漁獲量との比率をみると，1969年以降，後者は前者の82～95%に達し，マサバ漁獲量は大中型まき網漁業によって大部分が占められているといえる(図5)．

3. マサバの漁場別漁獲量の経年，経月変動

この海域におけるマサバの大部分を漁獲している大中型まき網漁業の漁場区分として，従来，農林省統計調査部によるまき網漁業漁場別統計表で使用されている沿岸域12漁場，沖合域6漁場区分がある．この区分は主として，マアジの漁獲状況を中心に設定されたものであるが，ここではこの区分を考慮にいれ，しかもマサバの越冬期の集合域とその拡がり，索餌期の漁獲状況，およびサバ類銘柄別漁場図[12,13]を参考にして，マサバについての7漁場区分を設定した（図6）．

(1) 漁場利用と漁場間の漁獲量の比率

大中型まき網漁業における漁場利用（操業日数）の経年変動をみると，五島西沖～東シナ海北部がもっとも利用率が高く，しかも安定している．次いで東シナ海中・南部，鳥取沖，対馬沖が安定して利用されている．前述のように，この漁業の漁獲量は1969年からサバ類がアジ類と逆転し，もっとも多くなったが，各漁場の利用率には大きい変化は認められない（図7）．

一方，マサバ漁獲量の漁場間の比率をみると，各漁場とも経年変動が大きく，とくに東シナ海西部，鳥取沖での変動が著しいが，対馬沖と五島西沖へ東シナ海北部を合計した比率は比較的安定している（図8）．

(2) 漁獲量の経年変動

大中型まき網漁業によるマサバ漁獲量の経年変動は漁場によってそれぞれ特徴がある．すなわち，漁獲量のピークは，鳥取沖では1977年（約8万トン），対馬沖では1975年（約9万トン），五島西沖～東シナ海北部では1969，1972，1974，1978年（約8～9万トン）にみられる．また，東シナ海中・南部では1970年（約3万トン），東シナ海西部では1968，1974年（約6万トン）がピークとなっている．

全体的にみて，1969年以降，鳥取沖，対馬沖，五島西沖～東シナ海北部での漁獲の増大が顕著であるが，鳥取沖では最近減少傾向にある．また，東シナ海の漁獲量は，中・南部では比較的安定しているが，西部では著しい変動を示し，1968～1970年（バーレン近海），1973～1975年（済州島西方～ソコトラ近海）で多獲されたが，その他の年は非常に少なかった（図9）．

(3) 漁獲量の経月変化

月別，あるいは季節別の漁獲変動は自然における魚群の分布，集合の特性を反映するものと思われる．種別の統計が整備された1973年以降についてみると，マサバ漁獲量の経月変化は，サバ類のそれとほとんど同傾向を示し，ゴマサバの漁獲が多い薩南近海，東シナ海中・南部についても，大きな相違は認められない．また，さきに1973年以前のマサバとゴマサバの混獲率を推定したが，月別には推定できない場合も多いの

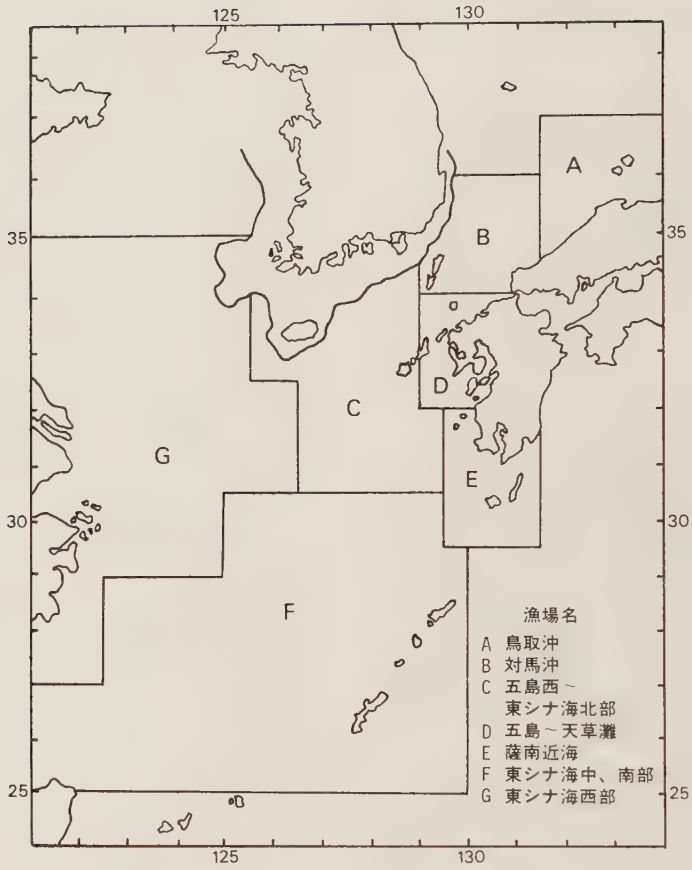


図 6. 大中型まき網漁業のサバ類漁場図

で，ここではサバ類漁獲量の月別比率を用いることにした．

各漁場における年別の経月変化傾向の類似性から，1955～1980年をいくつかの年代（期）に区分することができる．例えば，鳥取沖では漁獲量のピークが10，11月，サブモードが4～6月に現われる年代を1955～1980年（第Ⅰ期），12～2月のピークのみの現われる年代を1968～1971年（第Ⅱ期），4～6月にピーク，12～2月にサブモードが現われる年代を1972～1979年（第Ⅲ期），として区分できる．このように，ピーク，あるいはサブモードの出現月の変化にはある一定の持続性が認められる．このような傾向は他の漁場についても同様で，それぞれ前述のような年代区分が可能である（図10）．

漁場別にその特徴をみると，対馬沖では漁獲量のピークが12月（1955～1971年）から2月（1972～1980年）に変化し，五島西沖～東シナ海北部では12月ピーク，5月サブモード（1955～1957年）から10月ピーク（1958～1967年），そして1月ピーク（1968～1980年）へと変化する．各年代（期）と漁獲量との対応をみると，鳥取沖では1968～1971年（第Ⅱ期）→1972～1979年（第Ⅲ期），対馬沖では1955～1971年（第Ⅰ期）→1972～1980年（第Ⅱ期），五島西沖～東シナ海北部では1958～1967年（第Ⅱ期）→1968～1980年（第Ⅲ期）

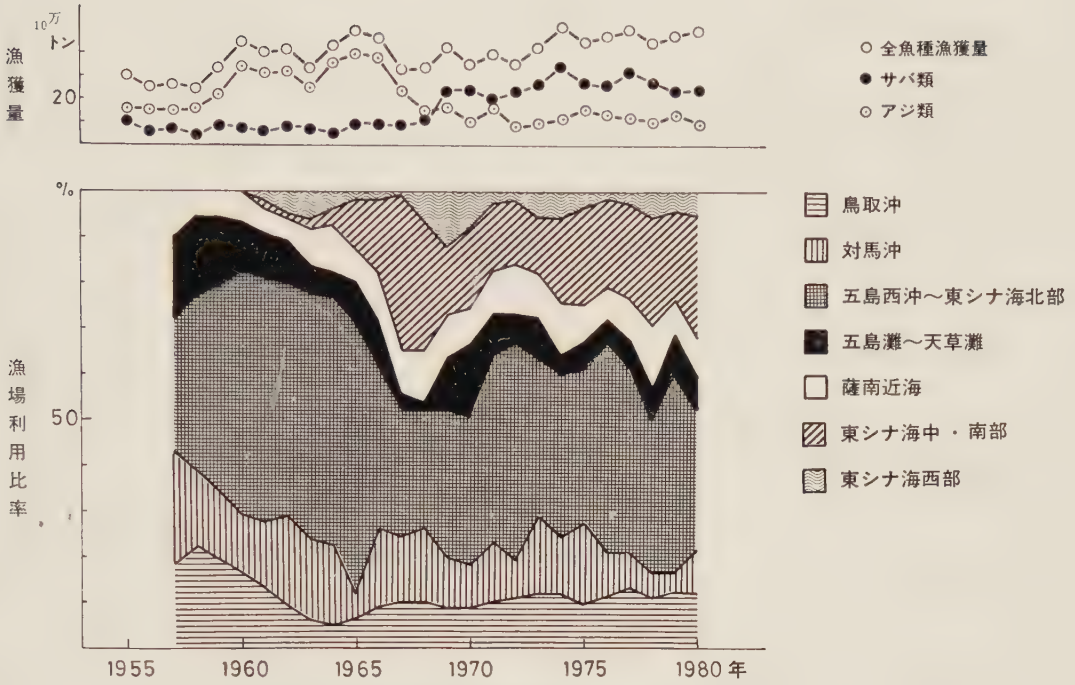


図 7.　大中型まき網漁業の漁獲量の経年変化（上段）と漁場利用比率（下段）

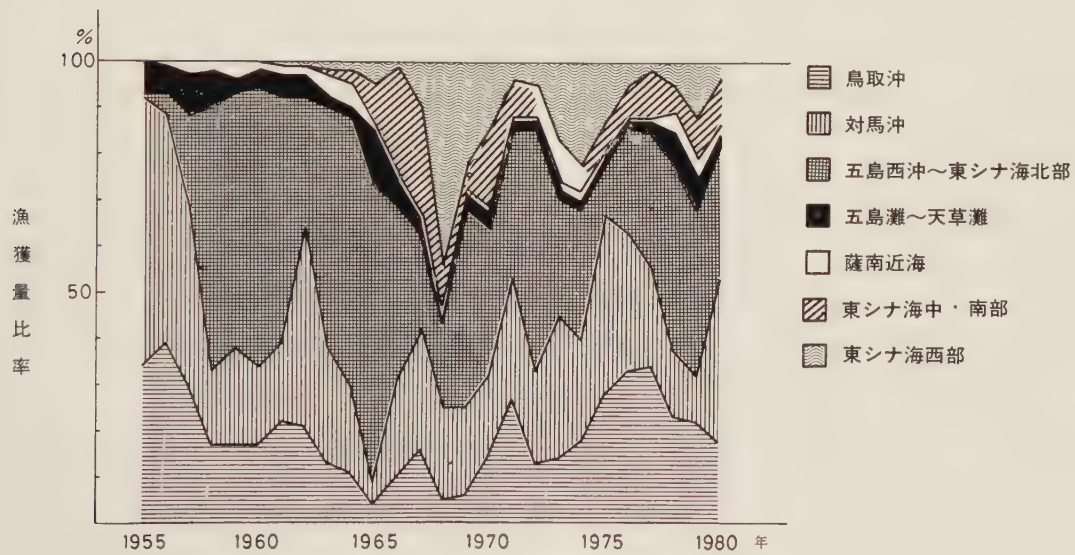


図 8.　マサバの漁場別漁獲量比率の経年変化

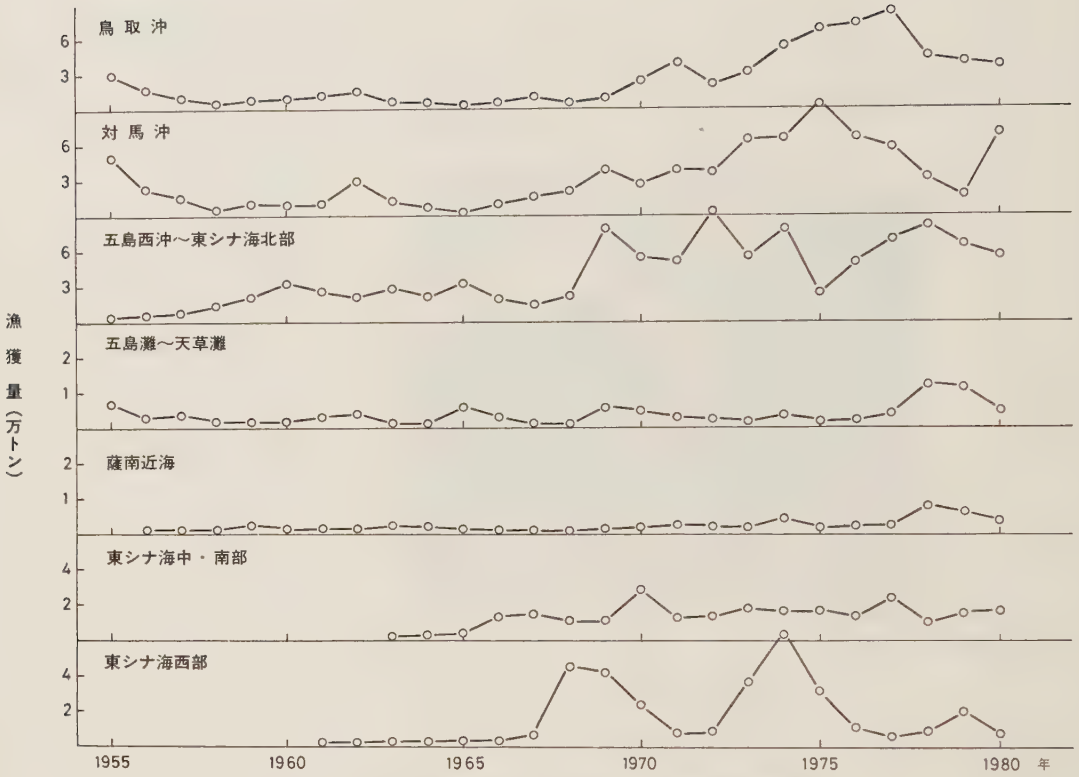


図 9. 大中型まき網漁業による漁場別マサバ漁獲量の経年変化

の経過で，それぞれ漁獲量が急激に増加している．五島灘～天草灘では1955～1971年（第Ⅰ期）→1972～1980年（第Ⅱ期）には，漁獲の主体期が8～12月から12～5月に変化し，漁獲量もやや増加している．

一方，東シナ海中・南部では，漁期の変化は明確でないが，魚釣島近海（1963～1966年—第Ⅰ期）→クチノセ近海（1967～1972年—第Ⅱ期）→魚釣島近海（1973～1980年—第Ⅲ期）と，主漁場が変化し，漁獲量も次第に増加している．東シナ海西部ではバーレン近海（1963～1972年—第Ⅰ期）→済州島西方近海（1973～1980年—第Ⅱ期）と，主漁場が変化するとともに，漁期が11月から9月に変化し，漁獲量も増加している．

(4) まとめ

この海域の大中型まき網漁業は多くの魚種を対象としているので，複数の魚種の多いことから，単一種の漁獲量変動が必ずしも資源の動向を示すとは限らない．しかし，マサバについては，最近まで高い水準が維持されており，しかも単位努力当りの漁獲量が安定していることから，本種に対する選択的志向はマアジ，サワラ，ムロアジ類に比べ，弱いと考えられる．したがって，マサバの漁獲量は資源の状態をかなり反映しているとみてよい．また，大中型まき網漁業による鳥取沖，対馬沖，五島西沖～東シナ海北部の利用率が高く，しかもマサバの漁獲比率の高いことから，これらの漁場への来遊資源は，比較的大きいことが推測される．

次にこれらの3漁場について，漁獲量の経月変化から推定した年代区分をみると，いずれも1968～1972年の間で変化が認められる．この変化の年代が漁獲量の増大期とほぼ一致することから，資源の増加にともなう分布，集合等の生態的変化が推測される．一方，東シナ海中・南部では1967，1973年に，西部では1972年にそれぞれ変化が認められる．前者は魚釣島近海→ク

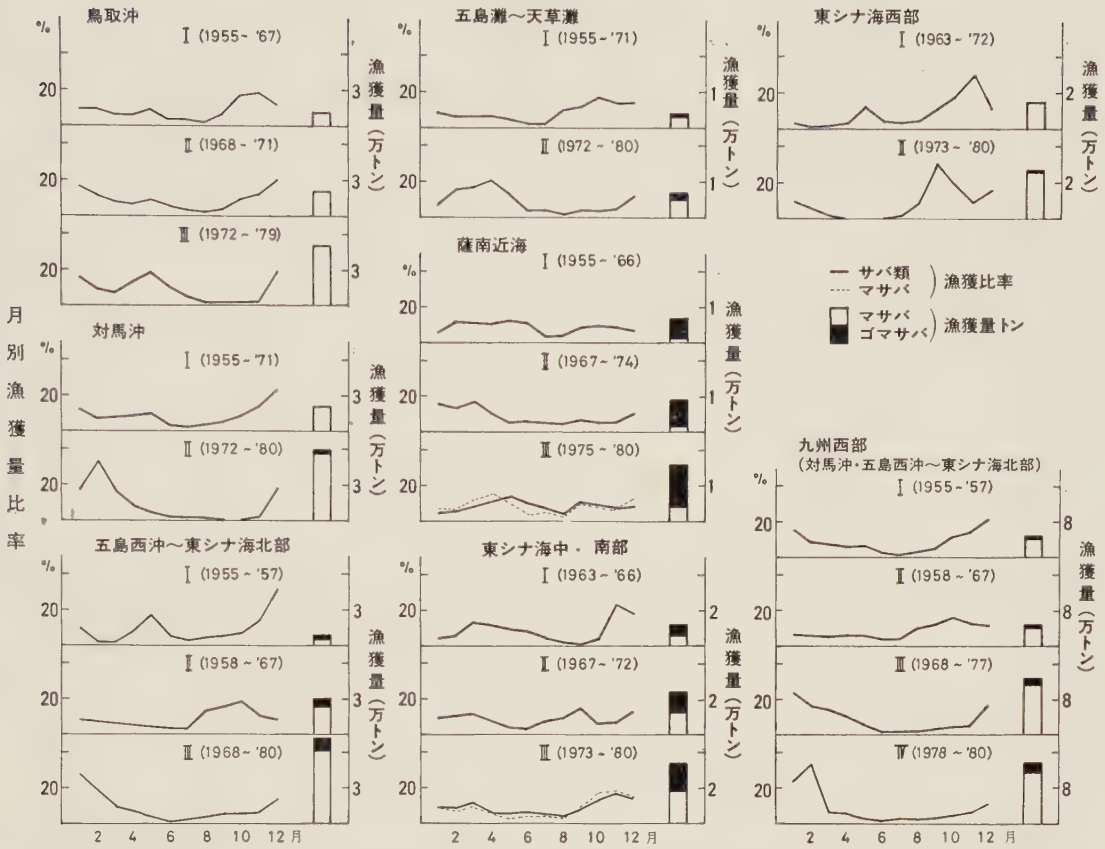


図 10.　サバ類の漁場別・年代(期)別漁獲量の月変化

チミノセ近海→魚釣島近海，後者はバーレン近海→済州島西方近海という主漁場の変遷を示すもので，海域全体の資源の変化より，むしろ回遊群を対象とする局部的な漁場利用によるものと思われる．

4.　マサバ漁獲物の体長組成

この海域のマサバについて，資源の変動機構を明らかにするため，まず量の問題として，漁獲量の変動をとりあげその特性を述べたが，さらに質の問題として，生物特性との対応が必要である．生物特性の諸問題については稿を新たにとりまとめる予定であるが，ここでは質のもっとも代表性のある体長組成の変化をとりあげ，その特性を検討する．

(1)　体長モードの経年変化

まず，年毎にとりまとめた体長組成のモード，サブモードの経年変化から，成魚（29cm以上）と未成魚（29cm未満）[14] のおおよその出現状況が推察できる（図11-1, 2）．漁場別にみると，鳥取沖と対馬沖は未成魚主体→成魚主体に変化する2年代（期），五島西沖～東シナ海北部は成魚主体→未成魚→成魚主体に変化する3年代，五島灘～天草灘，薩南近海は未成魚主体の1年代（全年）にそれぞれ区分することができる．また，東シナ海中・南部では，クチミノセ近海が成魚主体→未成魚主体→未成魚・成魚→未成魚主体に変化する4年代，魚釣島近海が未成魚主体→未成魚・成魚→未成魚主体に変化する3年代にそれぞれ区分することができる．東シナ海西部では，バーレン近海は未成魚主体であるが，1973～1977年の資料を欠いているので，年代区分は明らかでない（機械的に1973年以前と1977年以後の2年代に区分）．済州島西方近海は成魚主体→未成魚主体→成魚主体に変化する3年代に区分される．

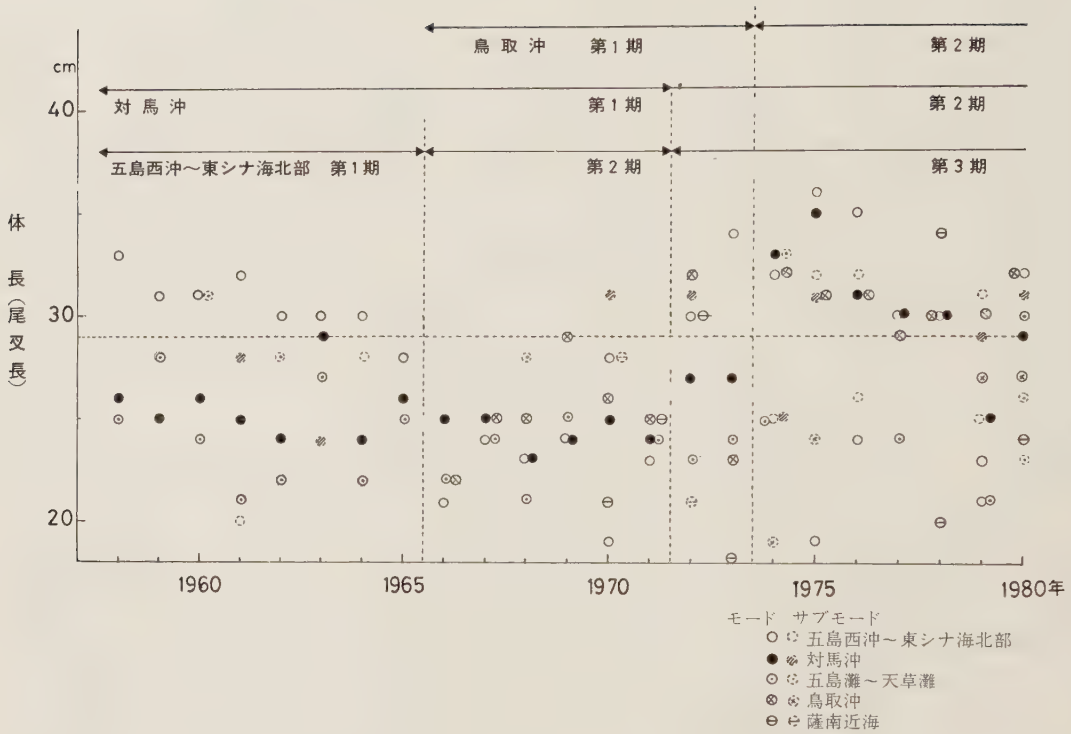


図 11-1. マサバ漁場別の体長モードの経年変化(1)

(2) 漁場別の体長組成の特性と変化

前述の体長モードの季節変化から区分した各年代（期）の平均的な体長組成を漁場別に示した（図12-1, 2, 3, 4）．なお，季節変化を考慮に入れる必要があるので，4半期別の体長組成も示した（付図 1-1, 2, 3, 4）．今後，発育段階（成魚，未成魚）毎に生活年周期を設定する必要があるが，対馬沖，五島西沖～東シナ海北部の成魚については，1～3月が越冬期，4～6月が産卵期，7～9月が索餌前期，10～12月が索餌後期に対応すると思われ，従来の設定[15]とほぼ一致している．これらの各体長組成から，年代（期）別の特徴と変化を推察すれば表2のようになる．

(3) まとめ

1958～1980年において，全期間を通じほとんど体長組成に変化のなかった漁場（五島灘～天草灘）もあるが，大部分の漁場では2～4回の変換期がみられる．とくに鳥取沖，対馬沖，五島西沖～東シナ海北部では未成魚から成魚への変化が明確である．また，各年代の体長組成を季節別にみると，未成魚主体の年代でも1～3月，10～12月には成魚の出現比率が高く，しかも未成魚から成魚へ変化する年代には，上記の季節における成魚の比率が増加している．7～9月には各漁場の各年代ともに未成魚が主体であった．

漁場別の特徴をみると，五島灘～天草灘は4～6月に若干成魚が出現するが，全年代を通して未成魚が主体で，この海域が未成魚の成育場となっていることを示している．また，対馬沖の第1期→第2期，五島西沖～東シナ海北部の第2期→第3期の変化年（1971年）と体長組成の変化（未成魚から成魚）が一致し，鳥取沖では上記2漁場より若干遅れて，1973年に同様な変化がおこっているのが注目される．

一方，東シナ海中・南部についてみると，クチミノセ近海と魚釣島近海のものはクチミノセ近海の第1期を除き，変化年と体長組成の変化がほぼ一致し，季節別にみてもほとんど相違はみられない．東シナ海西部については，済州島西方近海では第3期（1973～1975年）に濃密な漁場が形成され，29～33cm主体の成魚が多獲されている．これらはバーレン近海漁場に主形成

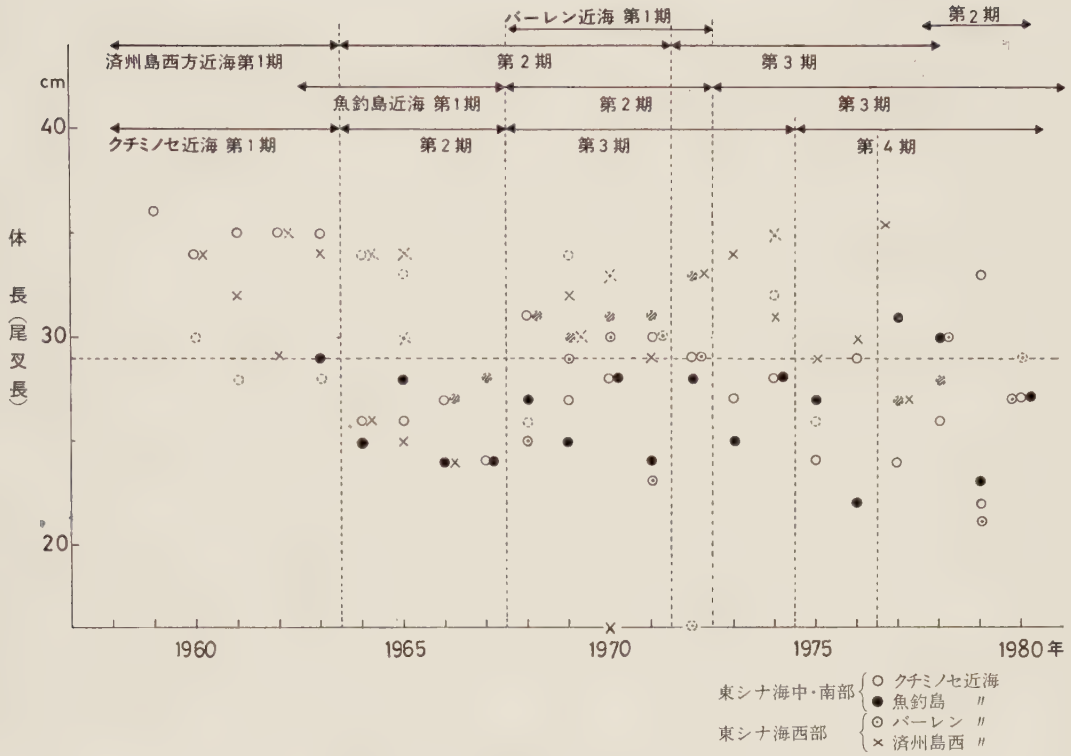


図 11-2．　マサバ漁場別の体長モードの経年変化(2)

された第1期（1968～1970年）の成魚（29cm以上）とほぼ同様な体長組成を示している．

5．漁獲量と体長組成の変化の対応

漁獲量と体長組成について，年別，季節別の変化の類似性から，前述したような漁場別の年代（期）の区分が推定された．このような区分は一面的ではあるが，マサバ資源の量的および質的な変化の結果によるものと思われる．なお，質的要因としては，今後生長，成熟等の特性を含めて，総合的に検討する必要がある．表3は両者の対応性と，その特徴を示したものである．

(1) 場漁別の検討

まず，鳥取沖をみると，1966年以前の体長組成は欠けているが，漁獲量の第Ⅱ期（1968～1972年），第Ⅲ期（1972～1979年）と，体長組成の第1期（1966～1973年），第2期（1974～1979年）はほぼ一致する．つまり，1972，1973年を境として，漁獲のピークが12～2月から4～6月に変化し，平均漁獲量も増加して，漁獲物は未成魚主体から成魚主体へと変化する．対馬沖は，漁獲量と体長組成の変化期が全く一致する．1972年に漁獲のピークが11～1月から12～3月に変化し，平均漁獲量が急増して未成魚主体から成魚主体となった．五島西沖～東シナ海北部では，漁獲量の第Ⅱ期（1958～1967年）と体長組成の第1期（1958～1965）はほぼ一致するが，漁獲量の第Ⅲ期（1968～1980年）は体長組成では第2期（1966～1971年）と第3期（1972～1980年）に分離している．1968年を境に，漁獲のピークは8～10月から12～2月に変化し，平均漁獲量が急増して成魚主体から未成魚主体，そしてふたたび成魚主体となった．五島灘～天草灘では，漁獲量のピークが1972年に9～11月から2～5月に変化するが，全期を通じて未成魚主体であった．薩南近海は，漁獲量とは3期に分離されるが，その区分は明確ではなく，体長組成では，資料が得られた1970年以降，未成魚が主体となっている．

一方，東シナ海中・南部では多少のずれはあるが，漁獲量の第Ⅰ期（1963～1966年），第Ⅱ期（1967～

表 2. 漁場別年代(期)別の体長組成の特徴

漁場＼年代(期)の区分	第 1 期		第 2 期		第 3 期		第 4 期		備考
	年	体長組成の特徴	年	体長組成の特徴	年	体長組成の特徴	年	体長組成の特徴	(体長範囲)
鳥取沖	1966 ～ 1973	25cmモード 未成魚主体 1～6月成魚多し	1974 ～ 1979	31cmモード 成魚主体 7～9月未成魚					1965年以前の資料欠 (12～39cm)
対馬沖	1958 ～ 1971	25cmモード 未成魚主体 10～12月成魚やや多し	1972 ～ 1980	31cmモード 成魚主体 7～9月未成魚					(7～25cm)
五島西沖～東シナ海北部	1958 ～ 1965	31cmモード 成魚主体	1966 ～ 1971	24. 25cmモード 未成魚主体 1～3月成魚やや多し	1972 ～ 1980	32cmモード 成魚主体 7～9月未成魚			(9～39cm)
五島灘～天草灘	1958 ～ 1980	23. 24cmモード 未成魚主体 4～6月成魚やや多し							全年1期 (13～35cm)
薩南近海	1970 ～ 1980	体長モード不明確 未成魚主体 1～6月成魚多し							1969年以前の資料欠 (7～38cm)
東シナ海中・南部クチノセ近海	1959 ～ 1963	35(30)cmモード 成魚主体	1964 ～ 1967	25～27cmモード 未成魚主体 1～3, 10～12月成魚多し	1968 ～ 1974	27～32cm主体 1～3月成魚, 未成魚 4～9月未成魚主体	1975 ～ 1980	25～29cm主体 未成魚主体 1～3月成魚多し	(21～39cm)
東シナ海中南部魚釣島近海	1963 ～ 1967	24～28cm主体 未成魚主体	1968 ～ 1972	24～31cm主体 未成魚主体 10～12月成魚多し	1973 ～ 1980	25～28cm主体 未成魚主体 1～3月成魚多し			(19～38cm)
東シナ海西部済州島西方近海	1960 ～ 1963	34. 35cmモード 26cmサブモード 成魚主体	1964 ～ 1971	29～33cm主体 18cmサブモード 成魚主体	1972 ～ 1977	30cmモード 成魚主体			(16～40cm)
東シナ海西部バーレン近海	1968 ～ 1972	29cmモード 4～6月成魚主体 7～9月未成魚主体	1978 ～ 1980	29cmモード 21. 22cmサブモード 未成魚主体					1973～77年の資料欠 (18～35cm)

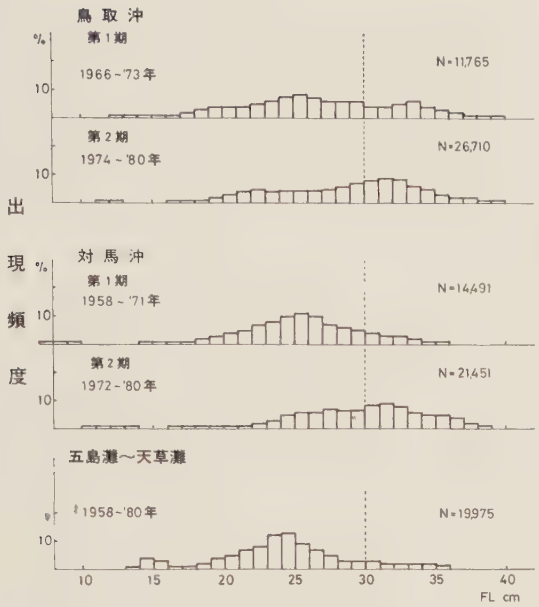


図 12-1.　マサバ漁場別・年代(期)別体長組成－Ⅰ

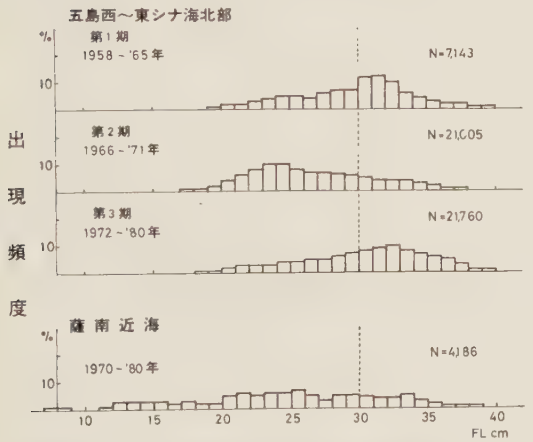


図 12-2.　マサバ漁場別・年代(期)別体長組成－Ⅱ

1972年)，第Ⅲ期（1973~1980年）と，体長組成のクチミノセ近海第2期（1964~1967年），第3期（1968~1974年)，第4期（1975~1980年)，および魚釣島近海第1期（1963~1967年)，第2期（1968~1972年)，第3期（1973~1980年）はほぼ一致する．各年代の漁獲のピークは9~3月の間で小さく変化し，平均漁獲量はやや増加するが，どの年代も未成魚が主体であった．東シナ海西部では，漁獲量の第Ⅰ期（1963~1972

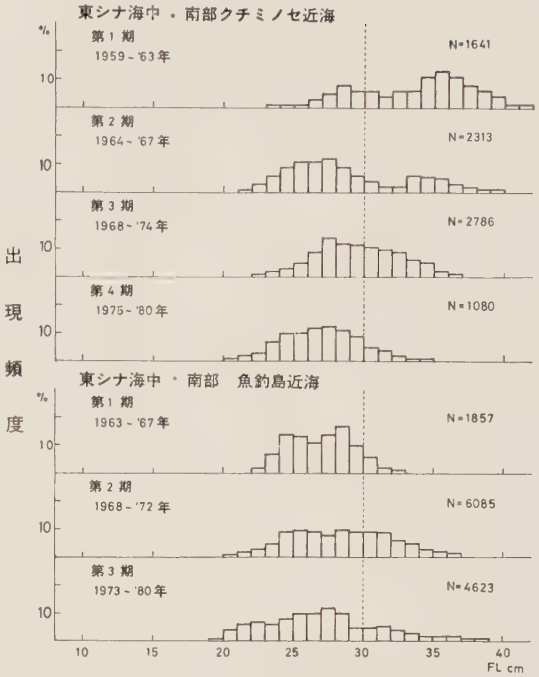


図 12-3.　マサバ漁場別・期別体長組成－Ⅲ

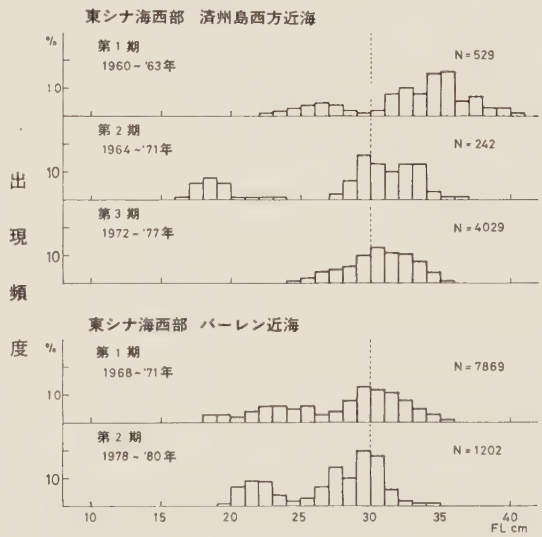


図 12-4.　マサバ漁場別・年代(期)別体長組成－Ⅳ

年)，第Ⅱ期（1973~1980年）と体長組成のバーレン近海第1期（1968~1972年)，第2期（1978~1980年)，および済州島西方近海第2期（1964~1971年)，第3

表 3. 漁場別漁獲量と体長組成変化の対応注)

漁場＼年代区分他	年代区分	期別主要漁期 主漁期	期別主要漁期 副漁期	平均漁獲量(万トン)	発育段階(未成魚・成魚)	備考
鳥取沖	1955 1960 1965 1970 1975 1980	Ⅰ 10～11月,	4～6月	1.2		1981年以降12～2月がピークとなる
		Ⅱ 12～2月		2.1	①未成魚主体	
		Ⅲ 4～6月,	12～2月	5.1	②成魚主体	
対馬沖		Ⅰ 11～1月,	5月	2.1	①未成魚主体	1978年以降2月が最盛期
		Ⅱ 12～3月		5.7	②成魚主体	
五島西沖～東シナ海北部		Ⅰ 12～1月,	5月	0.5	①成魚主体	〃
		Ⅱ 8～10月		2.4	②未成魚主体	
		Ⅲ 12～2月		6.0	③成魚主体	
五島灘～天草灘		Ⅰ 9～11月		0.3	①未成魚主体	
		Ⅱ 2～5月		0.5		
薩南近海		Ⅰ 不明確		0.2		ゴマサバ主体
		Ⅱ 1～3月		0.2	①未成魚主体	
		Ⅲ 3～6月		0.4		
東シナ海中・南部	クチミノセ	Ⅰ 11～12月,	3～4月	0.6	クチミノセ近海 ①成魚主体	アジ類との混獲が多いゴマサバ多い
		Ⅱ 9・12～3月		1.2	②～④未成魚主体	
	魚釣島	Ⅲ 10～12		1.8	魚釣島近海 ①～③未成魚主体	
東シナ海西部	バーレン	Ⅰ 11月・5月		1.4	バーレン近海 ①成魚・未成魚 ②未成魚主体	
		Ⅱ 9月		2.6	済州島西方近海 ①成魚主体 ②成魚・未成魚 ③成魚主体	
	済州島西方					

注：Ⅰ～Ⅲは期別区分，①～③は出現個体群の発育段階

期（1972～1977年）はほぼ一致している．漁獲のピークは1974年を境に，11，5月から9月に変化し，平均漁獲量がやや増加して成魚・未成魚から成魚主体となる．主漁場は，第Ⅰ期（1963～1972年）がバーレン近海，第Ⅱ期（1973～1980年）が済州島西方近海であった．

(2) 総括的な検討

全体を通じてみると，各漁場とも1968，1972年頃，漁獲量および体長組成の変化が共通して認められる．とくに1972年頃には，未成魚中心から成魚中心の変化が明らかである．大中型まき網漁業のマサバ漁獲量は1968年に増加傾向のきざしがあらわれ，1969年に急増，1971，1972年にはやや減少したが，1973年から再び急増した（図4）．主漁場である鳥取沖，対馬沖，五島西沖～東シナ海北部についてみると，1968年から1972年までは未成魚が主体であったが，それ以降，成魚が主体となり，漁獲のピークもそれまでの10，11月中心から12～3月（越冬期）に変るとともに，平均漁獲量は2～3倍に増加した．

これらの現象は，はじめにマサバ未成魚が急増し，

ひきつづき次第に成魚が増加するとともに，分布，集合等の生態的変化があったことを示唆するものである．1974年をピークとするマサバ多獲時代のきっかけとなったのは，1965～1968年頃の卵，稚仔の多量の発生と，その後の生き残りにあったものと推察される．その当時の卵，稚仔の発生状況，幼魚，未成魚の出現状況，あるいは親魚の生物特性，環境条件については，充分な資料があるとはいえないが，今後上記現象の検証をひき続き行う必要がある．

論　　議

マサバと主要魚種の漁獲比率の変化

大中型まき網漁業における主要魚（サバ類，アジ類，イワシ類）の漁獲比率をみると，1968年までは，アジ類の出現比率がもっとも高く，総漁獲量の50～80％を占めていたが，1969年から急激に低下し，最近では20～30％になっている．アジ類にはマアジとムロアジ類（モロ，マルアジ，ムロアジ，クサヤムロ，オアカムロ，アカアジ等）があり，マアジのみの漁獲比率は上記をさらに下回わる．サバ類の比率はアジ類とは逆に1969年から高くなり，総漁獲量の50～70％を占めるようになる．アジ類とサバ類を加えた漁獲比率は総漁獲量の55～95％を占めていたが，最近若干低下している．これは，マイワシの増加の影響がもっとも大きいが，3者（アジ，サバ，イワシ類）の合計比率（90～98％）でもやや低下しており，その他の魚類（サワラ，ブリ，ハガツオ，ウマヅラハギ，カマス等）の増加も原因になっている．とくにサワラはその他魚類の大部分を占め，高級魚のため漁業者の志向が強く，マアジと共に選択的な操業によって獲られている（図13）．また，マサバとゴマサバの混獲状況をみると，マサバは1957～1959年のはね釣時代にはサバ類獲量の25～45％であったが，大中型まき網漁業ではサバ類漁獲量の60～95％を占めている．

漁場群の特性

大中型まき網漁業による対馬沖と五島西沖～東シナ海北部とのマサバの合計漁獲量は，1972年頃からほぼ一定の水準にあり，両漁場の漁獲量の間には，一方が多ければ他方が少なく，あるいは共に同程度というような相補関係が認められる（図9）．また，両漁場の漁獲量の季節変化をみても，1968～1972年にはピーク

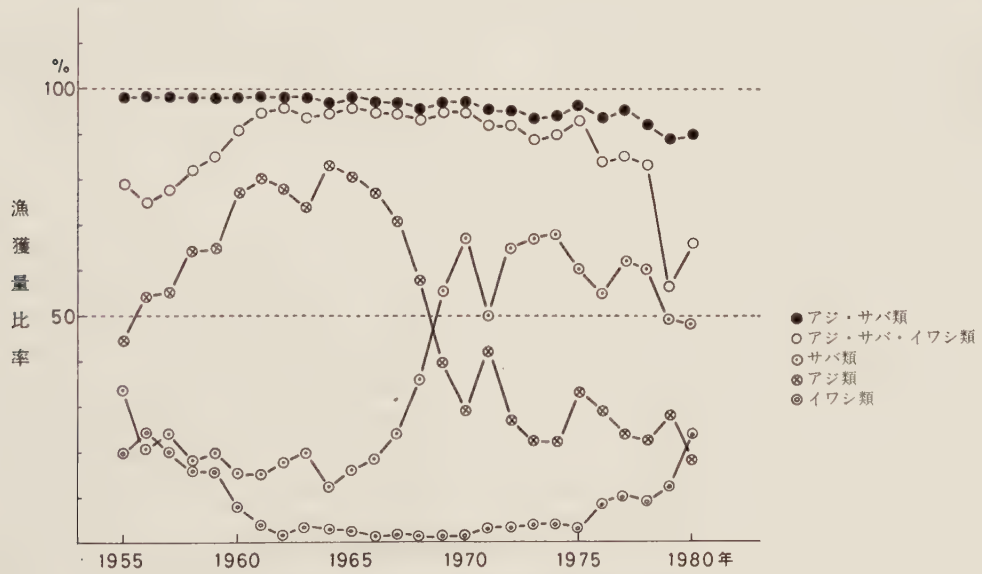


図 13.　大中型まき網漁業による魚種別漁獲割合

が1～3月（越冬期）となり，漁獲物の主体は1972年以降，未成魚から成魚へと変化した．このように，両漁場に来遊するマサバ群は漁獲量変動，漁獲物の質的変化からみて，同一集団に属しているものと思われるので，九州西部（漁場）群と呼称する（図10，付表2）．また，この集団には未成魚の成育場と思われる五島灘～天草灘のものも含められる．

一方，鳥取沖のマサバ漁獲量は1972年頃から増加し，1977年をピークにその後減少傾向にあるが，漁獲量の季節変化では九州西部と相似性があり，1973年には未成魚から成魚に変化している．鳥取沖には九州西部海域とは独立した産卵場が存在することから，基本的には鳥取沖群は九州西部群とは別の集団と思われるが，上記の相似性は大内・濱崎[15]が想定（九州西部群から鳥取沖群への卵，稚仔の補給）したように，1968～1973年頃，両群の間にある発育段階で，何らかの交流があったことを示唆すると考えられる．

済州島西方近海群については，8～12月の来遊群は中国の標識放流結果，および漁獲物の生物特性から，中国大陸側のマサバ索餌群であることがわかり，バーレン近海群と同一集団であることが推察されている[15]．クチミノセ近海群は魚釣島近海群とほぼ同様な体長組成を示しており，この海域で標識魚（中国）が再捕された例からみて，中国大陸側のマサバ群と関連が強いものと思われる．朱徳山他[16]による中国側の研究では，東シナ海，黄海，九州西部海域に分布するマサバ群は東シナ海中・南部，魚釣島北部，九州西部海域を越冬場，黄海の青島～石島，烟威，海洋島近海を主産卵場とする単一系群であると想定している．

マサバ利用の国際関係

この海域は周辺各国（日本・韓国・中国）で利用されている国際的な漁場である．まき網漁業についてみると，韓国漁業の動向については，毎年開催されている「日韓漁業共同委員会」に両国から提出される資源調査に関連した資料をもとに，西海区水産研究所[12,13]がとりまとめている．また，中国まき網漁業の動向については「日中漁業共同委員会の資源調査資料，および中国水産学の要約と紹介」[17]からその概要を知ることができる．

まず，韓国のサバ類の動向をみると，漁獲量は1969年から増加し，1971年には約6万トン，1976年には約10万トン，1979年には約12万トンに達している．これらのサバ類は，大部分がマサバで，まき網漁業によって漁獲されるが，主漁場は済州島北部海域と対馬沖である．日・韓両国の操業状況をみると，海域，時期によっては多少重複する場合もあるが，主漁場域ではほとんど競合がみられない．中国のサバ類（マサバ主体）は南シナ海，東シナ海，黄海，渤海で獲られ，漁獲量は，1970～1977年まで4～17万トン台で増減を繰り返してきたが，1978年には急増して28万トンに達した[17]．しかし，この漁獲量のなかにはムロアジ類が含まれているといわれ，最近では黄海，渤海の漁獲量は4～5万トンと報告されている[16]．

最近の日本漁船のマサバ漁獲量は20～25万トン，韓国漁船のマサバ漁獲量は10数万トンであるので，それに中国漁船の漁獲量を加えると，黄海，渤海を含め，この海域のマサバ総漁獲量はほぼ50万トンに達するものと思われる．

要　約

主として，1955～1980年における日本海南西海域から東シナ海のマサバ漁獲量変動と，体長組成の変化をとりまとめ，下記の知見を得た．

1.全漁業種類によるサバ類漁獲量は1969年から急増し，1974年の約34万トンをピークに，最近やや減少傾向にあるものの，23～30万トンの比較的高い水準を維持している．これらのサバ類漁獲量の80～90%が大中型まき網漁業によって漁獲され，マサバはそのうちの75～85%を占めている．したがって，マサバあるいはサバ類の全漁獲量は，大中型まき網漁業のマサバ漁獲量で，代表させることができる．

2.大中型まき網漁業による漁場利用（操業日数）状況をみると，五島西沖～東シナ海北部がもっとも利用率が高く，次いで東シナ海中・南部，鳥取沖，対馬沖の利用が安定している．また，漁場別の漁獲量変動をみると，1969年以降，各漁場での増加が顕著であったが，最近はやや減少傾向にあり，とくに鳥取沖の減少が目立っている．

3.1955～1980年における漁獲量の季節変化の類似性とその変化から，各漁場に2～3年代（期）の区分

が可能である．漁場別にその特徴をみると，鳥取沖，対馬沖，五島西沖～東シナ海北部には，いずれも1968～1972年の間に変化が認められ，この年代が漁獲量の増大期とほぼ一致することから，資源の増加に伴う分布，集合等の生態的な変化があったことが推測される．一方，東シナ海は，中・南部では1967，1973年に，西部では1972年に変化が認められるが，これらは主漁場の変遷を示すもので，海域における資源の変化より，むしろ回遊群を対象とする局部的な漁場利用によるものと思われる．

4.1958～1980年における体長組成の経年変動，および季節変化の類似性とその変化から，各漁場にいくつかの年代（期）区分が可能である．漁場別にみると，全期間を通じほとんど変化のなかった漁場（五島灘～天草灘）もあるが，その他は全て2～4の年代が認められ，それぞれの特徴が明らかになった（表2）．

5.漁獲量と体長組成による各年代を対応すると，1968，1972年頃に各漁場で，両者の年代がほぼ一致している．とくに，鳥取沖，対馬沖，五島西沖～東シナ海北部では，漁獲のピーク（10，11月→12～3月）漁獲量（増加），体長組成（未成魚主体→成魚主体）の変化が明確である．これらの現象は，はじめにマサバ未成魚が急増し，ひきつづき次第に成魚が増加するとともに，分布，集合等の生態的な変化があったことを示唆するものである．1974年をピークとするマサバ多獲時代のきっかけとなったのは，1965～1968年頃の卵，稚仔の多量の発生と，その後の生き残りにあったものと推察される．

文　献

1）能勢幸雄　1980：漁業学．水産科学シリーズ 2，268pp.，東京大学出版会，東京．

2）宇佐美修造　1968：サバの生態と資源．水産研究叢書，(18)，116pp，日本水産資源保護協会，東京．

3）水産庁　1972：日本近海主要漁業資源．189pp.

4）辻田時美　1965：東シナ海の浮魚資源．水産研究叢書，(12)，56pp，日本水産資源保護協会，東京．

5）森　勇　1962：東シナ海のまき網漁場について．日水誌，**28**（4），405～408．

6）水産庁・西水研　1963：アジ・サバ漁業の経緯と目的．東支那海アジ・サバ漁業対策調査研究報告，(1)，3～4．

7）西海区水産研究所　1973：東シナ海におけるまき網漁業と資源．東シナ海・黄海における漁業と資源，29～30．

8）浅見忠彦・岸田周三　1977：東シナ海および九州周辺漁場．イワシ・アジ・サバまき網漁業，88～106，水産学シリーズ19，日本水産学会編．

9）真子渺　1977：マアジ資源．イワシ・アジ・サバまき網漁業，61～73，水産学シリーズ19，日本水産学会編．

10）井上尚文　1978：まき網漁業の漁獲量変動と漁場の環境特性（西海域）．水産海洋研究会報，(33)，92～98．

11）水産庁　1966：主要魚種の資源動向について．493pp.

12）西海区水産研究所　1979：日本海西部および東シナ海における大中型まき網漁業による魚種別・銘柄別漁場図（昭和51～52年）．347pp.

13）西海区水産研究所　1981：日本海西部および東シナ海における大中型まき網漁業による魚種別・銘柄別漁場図（昭和53～54年）．377pp.

14）渡部泰輔　1970：マサバの発育初期における形態・生態ならびに資源変動に関する研究．東海水研研報，(62)，1～283．

15）大内明・濱崎清一　1979：日本海西部・東シナ海におけるマサバの系統群．西水研研報，(53)，125～149．

16）朱徳山・王為祥・張国祥・李富国　1982：黄海鮐魚（*Pneumatophovus japonicus* Houttuyn）漁業生物学研究 I．黄，渤海鮐魚洄游分布的研究．s.c. 海洋水産研究，No. 4，18～31．

17）朱徳山　1980：中国水産業の要約の紹介（仮訳）．日中漁業協議会，FAO 漁業報告，No. 726，34pp.

付表 1. サバ類におけるマサバの漁獲量比率 (%)

	年	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	備考
大中型まき網漁業	鳥取沖	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8	97.6	97.6	100	95.9	97.8	97.4	96.8	99.0	1955年～1964年の比率は1964～1972年の平均
	対馬沖	92.1	92.1	92.1	80.9	99.1	99.8	99.5	99.1	93.6	98.4	98.3	99.1	99.7	99.4	89.1	97.1	99.5	96.7	1955～1956年の比率は1957年の平均
	五島灘～天草灘	84.0	84.0	84.0	55.5	84.9	54.7	75.9	98.2	47.8	87.4	75.6	79.1	95.0	78.1	71.7	62.1	67.2	73.0	〃
	五島西～東シナ海北部	50.0	50.0	50.0	51.8	58.4	88.0	92.5	95.1	79.2	80.4	70.3	83.3	94.7	92.7	84.0	88.8	83.0	84.4	〃
	薩南近海		10.5	9.4	18.4	34.0	16.1	12.8	38.8	58.4	28.4	7.5	1.4	7.3	2.5	17.5	21.3	17.7	22.3	
	東シナ海中・南部							1.0	5.7	16.6	24.9	45.2	47.7	81.6	70.1	58.3	46.6	30.3	33.1	
	東シナ海西部							89.0	89.0	89.0	89.0	83.9	83.9	93.7	93.7	92.7	93.7	93.7	77.2	1961～1964年の比率は1965～1972年の平均
	全海域漁獲量の比率	92.5	82.4	64.9	57.9	65.8	82.7	84.5	94.4	80.5	73.7	61.5	62.0	82.6	88.0	83.0	75.7	75.8	75.6	漁場別の推定漁獲量を集計したその比率
はね釣漁業		2.1	2.1	0.4	2.5	2.0	0.7	1.0	5.8	2.1	2.1	7.5	1.4	7.3	2.5	17.5	21.6	17.7	22.3	1961年以降薩南近海中心
その他漁業		92.5	82.4	64.9	57.9	65.8	82.7	84.5	94.4	80.5	73.7	61.5	62.0	82.6	88.0	83.0	75.7	75.8	75.6	小・中型まき網漁業中心

注1 ： 大中型まき網漁業はね釣漁業の1955～1964の比率は水産庁調査研究部（1966）の資料（西水研作成）を整理したものである.

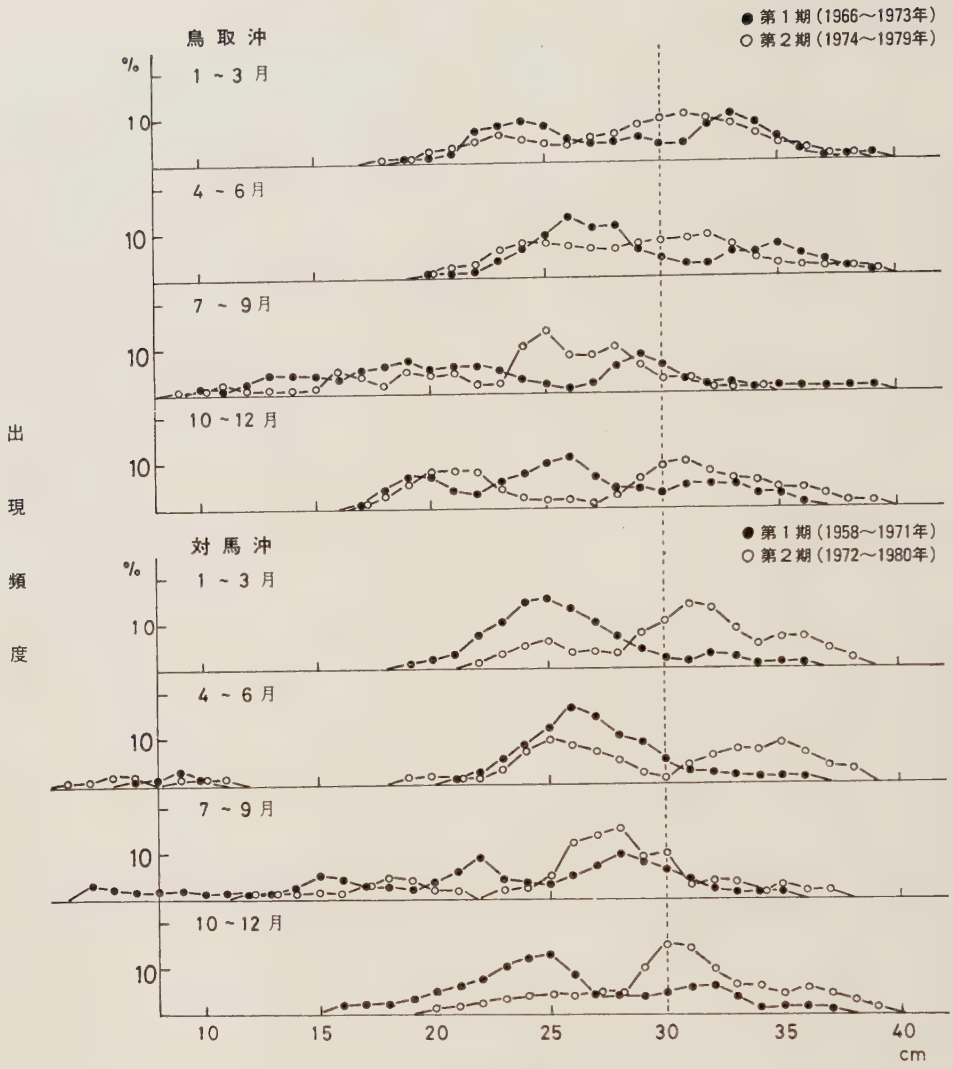
注2 ： その他の漁業の比率は大中型まき網漁業で推定された全海域漁獲量の比率を用いた.

注3 ： はね釣漁業の1965～1972年の比率は薩南近海のものを用いた.

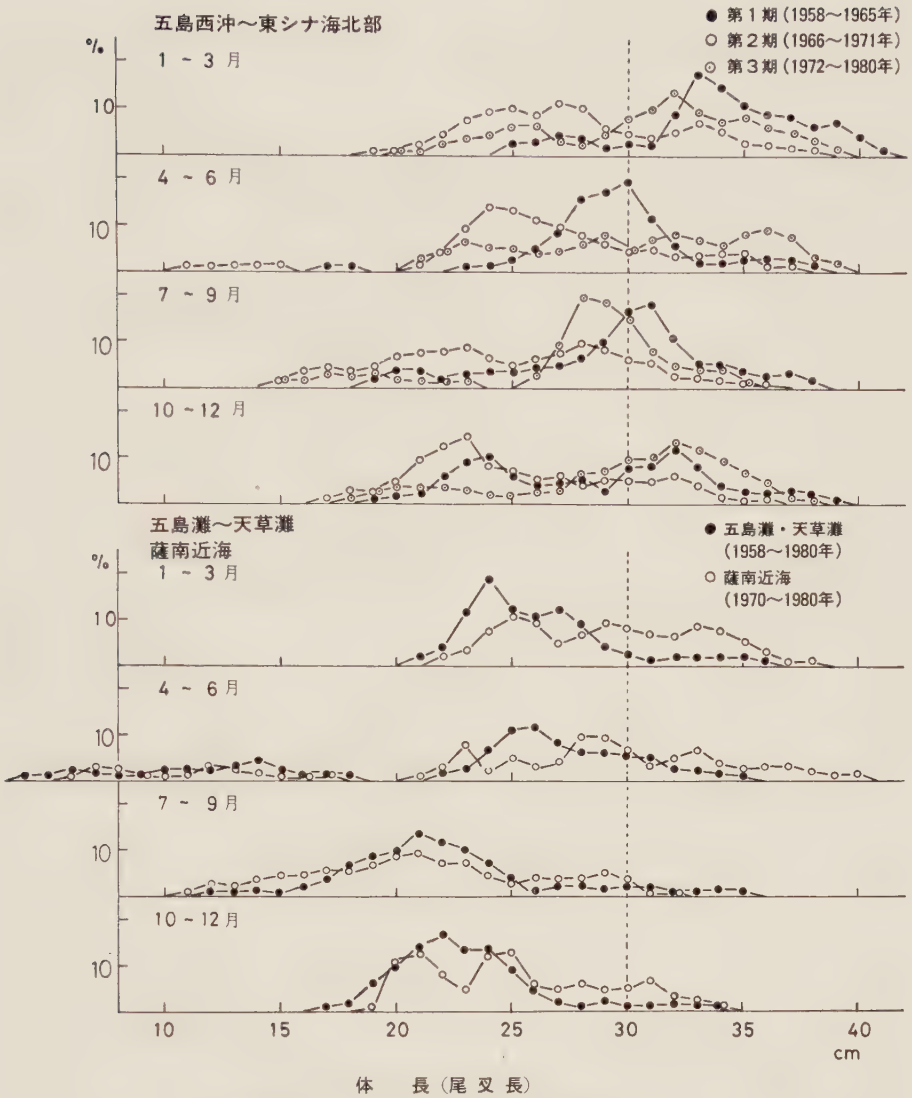
付表 2. 漁業別，漁場別のマサバとゴマサバの漁獲量（1,000トン）

漁業種類・漁場	魚種＼年	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
大中型まき網漁業 A 鳥取沖	マサバ	30	17	11	4	7	9	12	15	7	4	2	6	10	5	11	26	40	22	31	52	66	70	85	46	39	36
	ゴマサバ	1	0	0	0	0	0	0	0	0					0	0	1	1	0	1	0	1	1	3	1	1	0
B 対馬沖	〃	52	22	15	4	9	9	9	30	13	7	2	12	17	20	38	28	39	35	66	66	92	66	56	32	16	70
	〃	4	2	1	1	0			0	1	0		0		0	5	1	0	1	8	6	5	4	4	2	1	4
C 五島灘～天草灘	〃	7	3	4	2	1	2	3	4	1	1	6	3	1	1	6	5	2	2	2	4	2	2	4	12	12	5
	〃	1	0	1	2	0	2	1	0	1	0	2	1	0	0	2	3	1	1	2	1	2	2	1	3	5	3
D 五島西沖～東シナ海北部	〃	1	2	9	14	25	31	27	19	28	21	31	21	13	20	80	54	47	92	57	87	26	50	71	83	65	58
	〃	1	2	9	13	18	4	2	1	7	5	13	4	1	2	15	7	10	17	19	9	3	6	9	16	16	9
E 薩南近海	〃		1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	0	1	0	1	2	2	2	2	5	2	3	3	9	6	4
	〃		4	11	2	5	5	5	2	2	4	10	14	9	4	4	7	9	8	9	11	6	8	16	18	13	8
F 東シナ海中南部	〃									0	1	4	14	15	12	12	30	11	13	20	18	18	16	25	11	17	19
	〃							1	0	2	3	5	15	3	5	9	34	26	27	15	14	14	23	22	16	13	13
G 東シナ海西部	〃							0	1	2	1	2	1	6	45	43	24	7	8	38	65	31	9	6	10	21	8
	〃								0	0	0	1	0	0	3	3	2	1	2	5	8	2	1	2	2	4	1
九州西部（B.C.D）	〃	60	27	28	20	35	42	39	53	42	29	39	36	30	41	124	87	88	129	125	155	120	118	131	127	93	133
	〃	6	4	11	16	18	6	3	1	9	5	15	5	1	2	22	11	11	19	29	16	10	12	14	21	22	16
全海域漁獲量	〃	90	45	41	25	44	52	52	70	53	37	48	57	63	103	191	169	148	174	216	297	237	216	250	203	176	200
	〃	7	9	22	18	24	11	9	5	13	12	31	34	13	15	38	55	48	56	59	49	33	45	57	58	53	38
はね釣漁業	〃	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	〃	19	11	35	61	28	13	4	3	4	3	4	5	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	4	2	1	
その他漁業	〃	5	8	5	2	2	3	14	15	6	8	9	11	22	28	18	33	32	8	23	13	22	35	22	12	19	
	〃	0	2	3	2	1	1	2	1	1	3	6	7	5	4	4	10	10	3	6	2	3	7	5	4	6	
全漁業種類漁獲量	〃	95	53	46	29	47	55	66	85	59	45	57	68	85	131	210	203	181	183	240	311	260	252	273	216	196	
	〃	26	22	60	81	53	25	15	9	18	18	41	46	20	22	45	67	60	61	67	53	39	55	66	64	60	

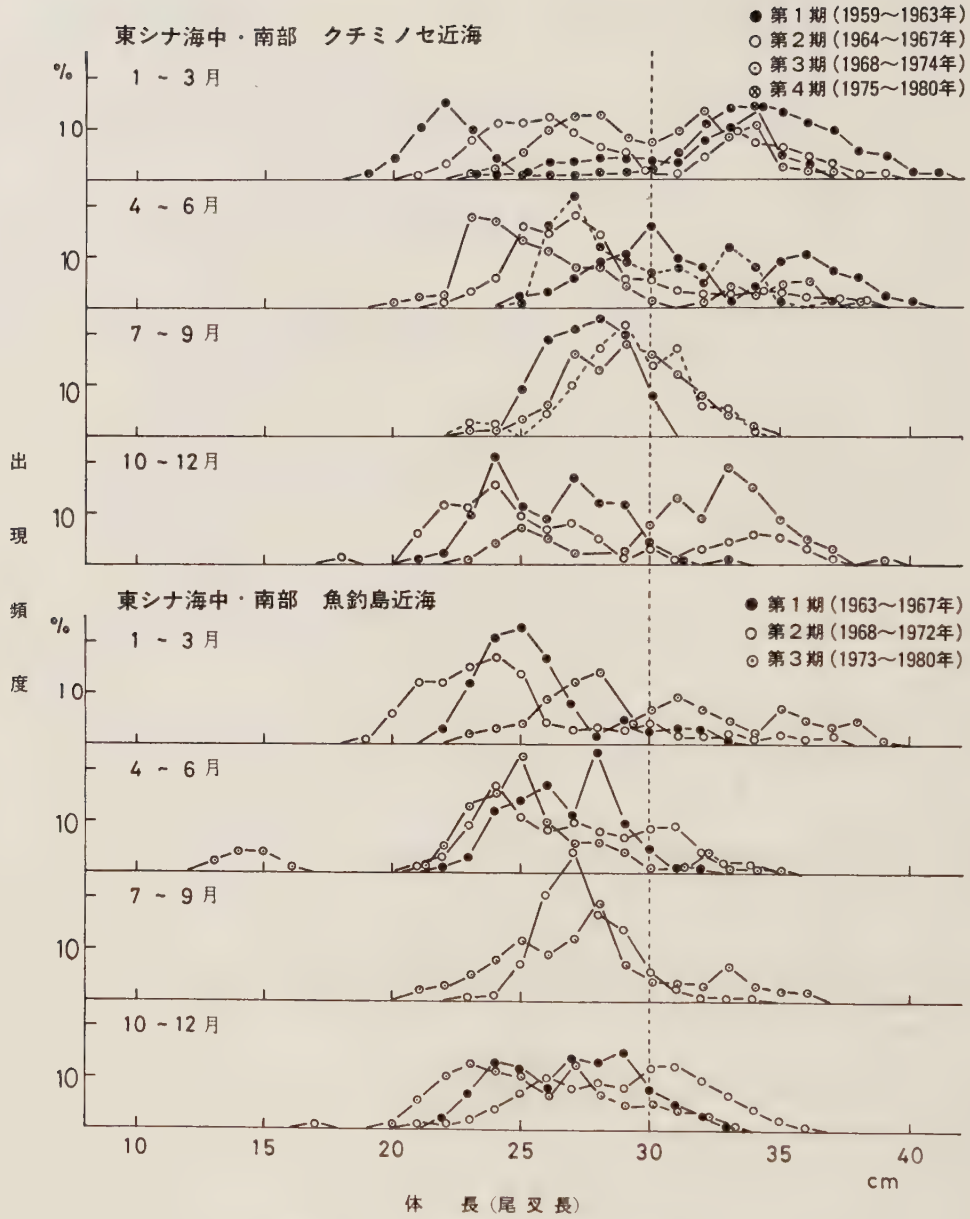
注1　1,000トン以下は四捨五入，500トン未満は0として示した．
注2　大中型まき網漁業の1973年以降は大中型まき網漁業漁獲量結果表（水産庁統計）を用いた．



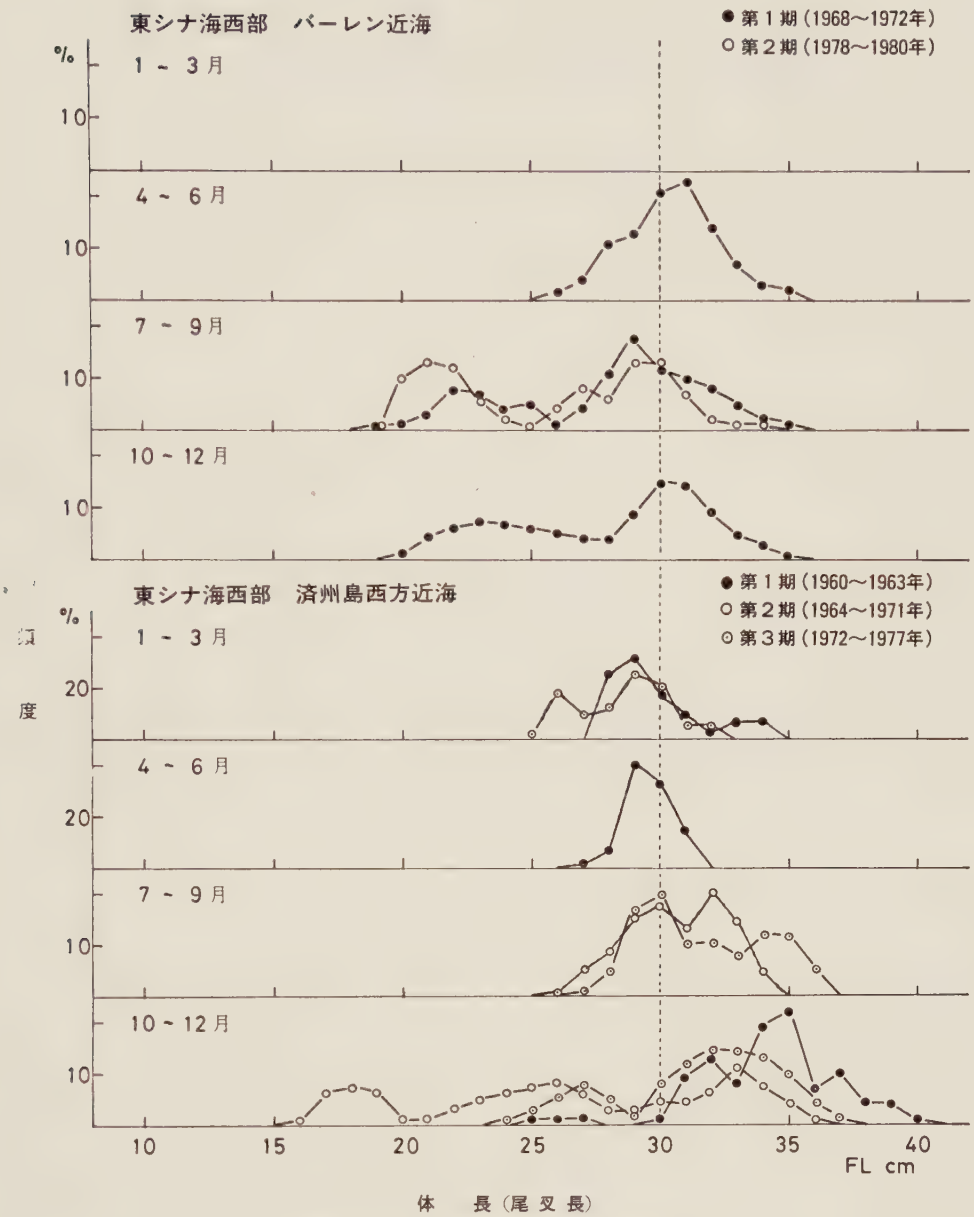
付図1-1. マサバ時期別年代(期)別体長組成—I



付図1-2.　マサバ時期別年代（期）別体長組成—II



付図1-3. マサバ時期別年代(期)別体長組成—III



付図1-4.　マサバ時期別年代（期）別体長組成—IV

西水研研報 第60号 昭和58年10月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No. 60, Oct. 1983

尖閣諸島近海における黒潮の流動特性

宮地 邦明*・井上 尚文*

Characteristics of the Flow of the Kuroshio in the Vicinity of Senkaku Islands

Kuniaki MIYAJI* and Naofumi INOUE*

The characteristic flowing pattern of the Kuroshio in the vicinity of Senkaku Islands in southern part of the East China Sea can be seen in the hydrographical observation data in the winter of 1982.

The core of Kuroshio current is formed in the continental slope area and the main current flows up to north along this slope producing many phenomena as eddies, branches and small meanders. The volume of Kuroshio which flows in the continental shelf region was seen to be considerable. The data of mooring current meter revealed semidiurnal, diurnal and more than 24 hours periodic variations. The most relevant difference in the current characteristic between the upper layer (25～100m) and lower layer (190m) is the trend of the flow i. e. northward in lower layer and eastward in upper layer.

はじめに

東シナ海の大陸斜面に沿って流れる黒潮のシアーゾーンにあたる大陸棚外縁一帯はアジ・サバ・ブリなどの浮魚類をはじめ一部の底魚類の産卵成育場となっている．黒潮は当海域の主環境要素であり，産卵親魚の分布移動・滞留および卵や稚仔魚の輸送に大きく関与しているとみられる．したがって，水産資源の変動を考える上で黒潮の流動構造や変動機構の解明が欠くことのできない研究課題となっている．

東シナ海における黒潮の動態に関する調査研究は従来から多くの機関によって行われ，得られている知見は少なくない[1~8]．しかし，流れの構造や変動機構については不明な点が多い．第二次世界大戦後 GEK が登場し，表面流については資料の蓄積がみられているものの，表層以深の直接測流はほとんど行われていない．とくに長期間連続測流にいたってはその実施例がきわめて少ない．

著者等は，黒潮の動態解明のためには直接測流を含めた総合的な解析が必要と考え，1982年から「黒潮の流動と対馬暖流および黒潮分派の動態に関する研究」を開始した．研究対象海域が広いために，調査はいくつかの海域に分けて行うことにし，第1回目の調査を黒潮流入域である東シナ海南部の尖閣諸島海域で実施

昭和58年8月20日受理 (Received August 20, 1983)
西海区水産研究所業績第412号 (Contributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 412)
*西海区水産研究所 〒850 長崎市国分町49 (Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, Kokubu-cho, Nagasaki 850, Japan)

した．本報では，その調査で実施した流れの係留観測ならびに周辺域の海洋観測結果を用いて東シナ海流入直後の黒潮の動態について考察する．

調 査 の 概 要

調査海域

Fig. 1 に調査海域と観測点の配置を示す．なお，本報の考察には長崎海洋気象台の観測結果（PN 線）も用いた．

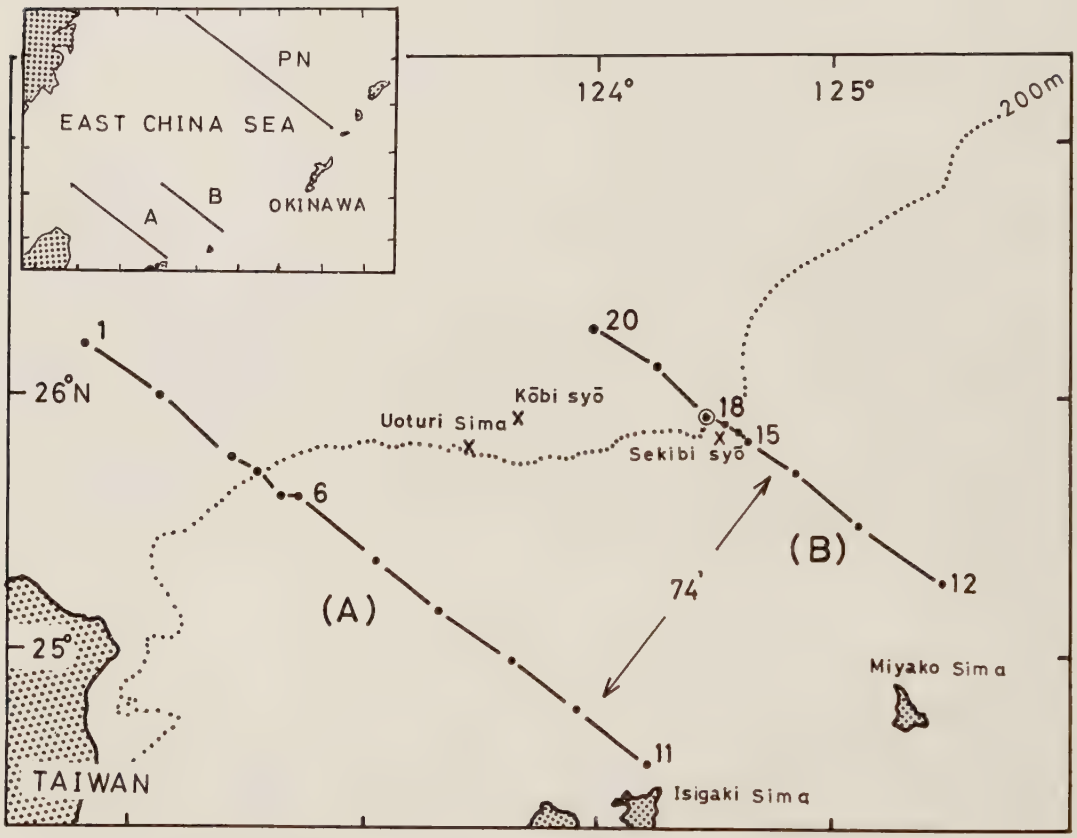


Fig. 1. 観測点配置図（⊙：流速計係留点，ＰＮ：長崎海洋気象台の観測定線）
Location of the oceanographic stations on Lines A and B.
(⊙ : Mooring position of current meters, PN : Observation line of Nagasaki Marine Observatory)

調査期間

1982年１月28日から２月15日までの19日間である．

調査方法と観測項目

断面観測：黒潮の水塊構造を把握するために，黒潮を横切る２観測線（Ａ・Ｂライン）において，ナンゼン採水器，STD，DBT による各層観測を行った．

係留観測：Fig. 1 の Stn. 18（⊙印）に海底係留法（Fig. 2）によりアーンデラー流速計を設置した．測定層は25ｍ深，100ｍ深，190ｍ深の３層．係留期間は1982年２月１日から12日までの12日間．測定項目は流向・流速，水温，塩分，水深の５項目である．

表層流観測：調査船陽光丸の航行中は，超音波潮流計（古野電気（株）製 CI-20）を稼動させ，８ｍ層と25ｍ層の測流を行った．本機は超音波のドップラー効

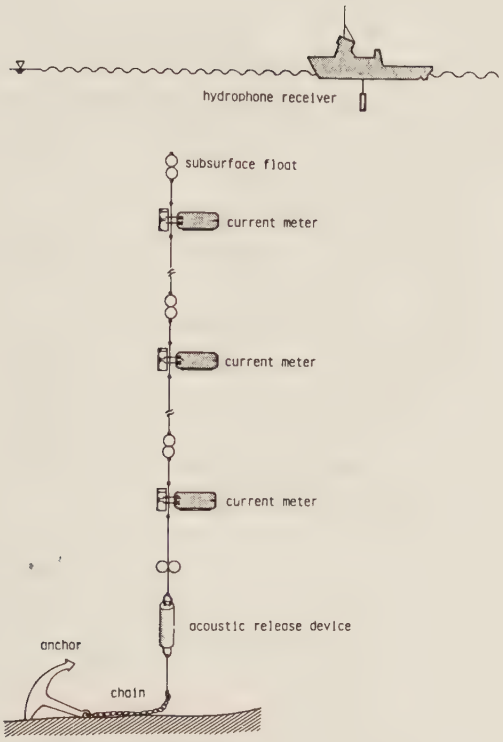


Fig. 2. 流速計係留模式図
Schema of mooring current meter assembly.

果を利用して，海底からの反射と観測層の海水（正確には泡や微小浮遊物）からの反射によって求めた対地・対水船速ベクトルを合成して海潮流を測定するものである．測定誤差の範囲は流速では±（船速×0.02＋0.2）ノット，流向は±11.25°でいずれも小さい．操作が簡単で航行中に連続して測流ができるという利点のほかに，ドップラーソナーの場合と同様に得られた船速情報をジャイロコンパスの方位情報とともに衛星航行測定装置（NNSS）やレーダー，スキャンニングソナーのトルーモーション機構に与えることにより精密な航跡記録を得ることができる．しかし，対地速度が基準になっているので，海底エコーの検出が不能となる300 m以深の海域での使用には不向きである．したがって，本調査では大陸斜面から海盆域の観測にはＧＥＫを使用した．

結　果　と　考　察

調査海域の概要

本論に先だち，調査海域の海況の概要について述べる．調査対象海域にあたる尖閣諸島は東シナ海南部の大陸棚外縁に沿って点在する黄尾嶼・沖の北岩・南岩・北小島・南小島・魚釣島の小島や岩礁の集団と，その東方約50マイルに孤立している赤尾嶼から構成されている．尖閣諸島の西側は水深130 m内外で比較的に平坦な大陸棚となっている．しかし，南東側は直ちに大陸斜面に続き，大陸棚外縁から大陸斜面上部の海底はきわめて不規則で段丘地形や凹凸のはげしい複雑な地形をみせながら沖縄舟状海盆に達している．

台湾東方を北上して東シナ海に流入した黒潮は，この海域で大陸斜面に突き当って複雑な流れを生じ，中国大陸沿岸寄りを北上する黒潮分派（中間暖水）を派生する[8]．一方，黒潮主流はこの海域を過ぎると間もなく大陸斜面に沿って北東に流れる流路をとりはじめる．

表面水温

本調査の直前における表面水温分布をFig. 3に示した．同図は1981年10月から1982年4月までの期間に漁業情報サービスセンターが東シナ海で実施した"情報サービス迅速化試験"のうちの1月20～26日における表面水温分布である．水温情報は東シナ海で操業している大中型まき網漁船や以西底びき網漁船をはじめ，一般船舶ならびに調査船からの通報で得られたものである．短期間のうちに東シナ海のほぼ全域で収集された多数の情報にもとづくもので，かなり木目細かい水温分布が描かれており，東シナ海の水塊分布の複雑さを物語っている．

黒潮主流部の水温は22℃台で，高温部が大陸斜面に沿って北東に舌状となって延びている．舌状分布の西側の大陸棚寄りには，温度勾配の大きな黒潮前線が形

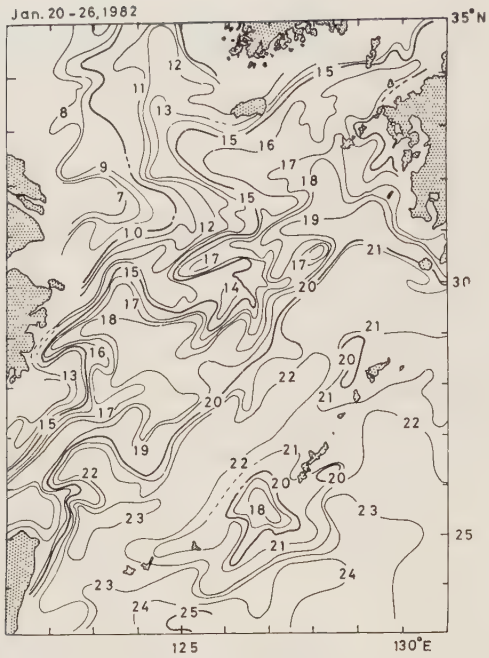


Fig. 3. 表面水温分布図（漁業情報サービスセンター発表，漁海況速報16号による）
Distribution of sea surface temperature in°C. (Redrawn from Gyokaikyo Sokuho No. 16 by Japan Fisheries Information Service Center)

成されている．前線の分布を20℃等温線でみると，台湾の東部沿岸から北方に延び，魚釣島近海で複雑な蛇行を示しながら27°N 付近に達した後，方向を転じて26°N 付近まで南下している．そこで再び向きが変り，大陸棚縁辺に沿って北東を指向している．黒潮はこの前線に沿って流れるとみられ，黒潮表層水は魚釣島西方で大陸棚上に一旦はいり込んだ後，赤尾嶼付近まで南下して大陸斜面に沿った流路をとるものと推定される．また，黒潮前線のほかに大陸棚上には15℃等温線を中心に顕著な前線が形成されている．この前線は黒潮前線よりさらに複雑な分布を示しているが，全般的には中国大陸沿岸を北に延び，揚子江河口沖合の30°30′N 付近に達した後，東方に延びて黒潮前線に接近している．その後は複雑な小蛇行をくり返しながら黒潮前線と分かれ，対馬海峡に向かっている．この前線で台湾北方海域から黒潮前線に接近するまでの部分が黒潮分派と大陸沿岸水および黄海冷水との潮境，黒潮前線から分かれた部分が対馬暖流と黄海冷水および韓国南岸沿岸水との潮境である．黒潮分派が大陸棚上の奥深く揚子江河口沖合まで達していたことから，黒潮分派はかなり優勢であったものとみられる．

一方，黒潮の東側の琉球列島側は水平温度勾配もゆるやかで比較的単純な温度分布を示しているが，沖縄本島と宮古島の間に18℃以下の孤立水塊がみられ，湧昇の存在が示唆される．

水温・塩分鉛直分布

Fig. 4 と Fig. 5 は Fig. 1 に示したA・B断面における水温・塩分の鉛直分布図である．

まず，A断面の水温についてみると，冬季の典型的な水温構造を示している．すなわち，大陸棚上の Stn. 1 付近と黒潮主流域から海盆域（Stn. 6 から Stn. 11）にかけて 100 m以浅の表層部では鉛直的に水温差はほとんどなく均一で，表面からの冷却による対流のために鉛直混合が盛んに行われていることを示している．また，100 m以深においては，各等温線は，Stn. 9 付近でドーム状に若干持ち上がった形状がみられるが，全体としては大陸棚に近づくに従って深度を浅くしている．この傾向は20℃等温線付近の主温度躍層についてもみられ，海盆域の 150 m深から大陸斜面部にかけて緩やかな勾配で深度を浅くし，大陸棚端（Stn. 4 付近）で急昇して小さなピークを示した後，Stn. 1 と Stn. 2 の間の表層に達している．この躍層の海面に露出した部分が前項で述べた黒潮前線に一致している．このような分布パターンは，あたかも深層の海水が大陸斜面に沿って大陸棚上にはい上がるような形状をしているために，従来より"黒潮中層水のはい上がり現象"と呼ばれ，大陸斜面部の鉛直水温構造の大きな特徴となっている．

一方，塩分も全般的に水温と同様な分布傾向を示している．しかし，大陸棚上の Stns. 1～2 付近の表層に塩分の低い水塊が分布し，大陸沿岸水の張り出しを示している．大陸斜面の東側には塩分極大層と極小層がみられる．塩分極大層の値は34.7～34.8‰台で Stn. 7 から Stn. 11にかけての200 m深を中心に形成されている．極小層は大陸斜面部の 400 m深付近から海盆域の500～800 m深にかけて分布し，塩分の値は34.2‰台である．塩分極小層の塩分や形成層は季節的にも経年的にも安定しているのを特徴としているが，本調査と同時期における長崎海洋気象台の PN 線の観測結果[9]によると，極小層の塩分は34.28～34.31‰で，過去30年間の中で最低の値であったといわれている．したが

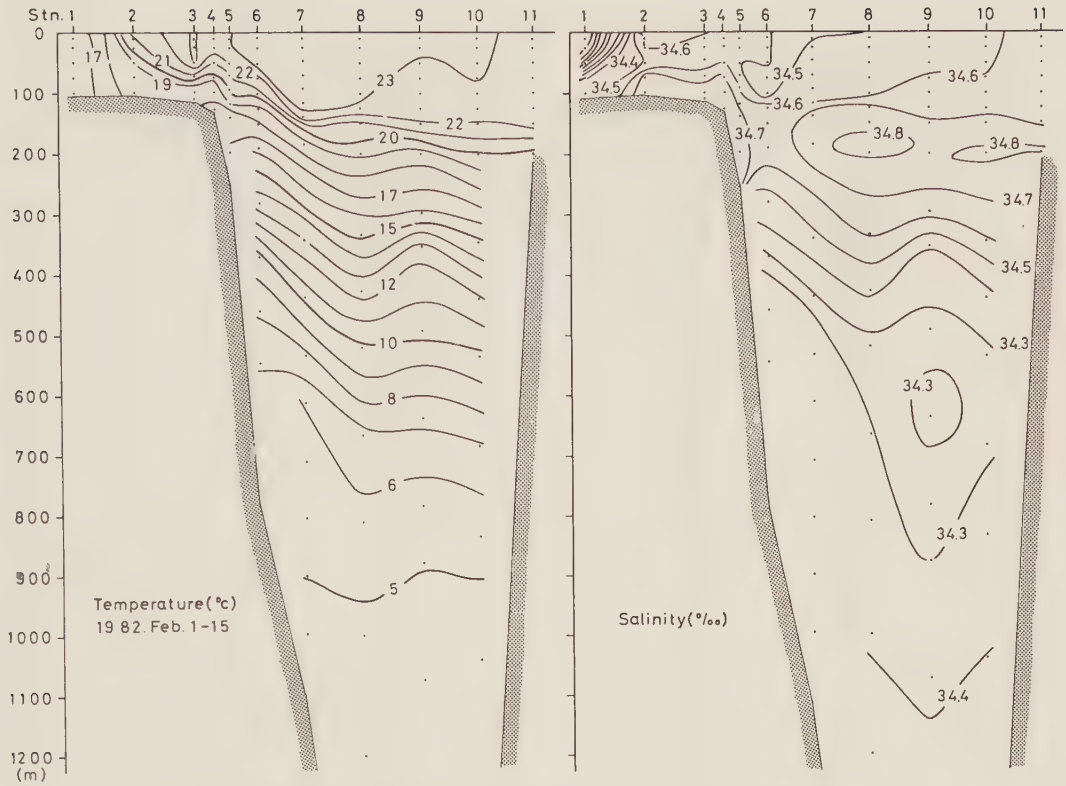


Fig. 4. A断面における水温・塩分の鉛直分布
Vertical distribution of temperature and salinity along Line A.

って，黒潮流域に形成されている塩分極小層は全般的に平年より低塩であったといえよう．

B断面における水温・塩分鉛直分布はA断面のそれとよく類似している．しかし，A断面でみられている大陸棚端での躍層のピークは，B断面では Stn. 19付近にあってやや大陸棚側に片寄っている．Stn. 20 より北西方の海域は観測がなされていないので，躍層がどのように分布しているか確かなことはわからないが，A断面と同様に表層に出現して黒潮前線に一致しているものと思われる．以上，黒潮断面における水温・塩分の鉛直分布の特徴をみてきたが，躍層の分布や黒潮前線の分布位置などからみて黒潮の流れが大陸棚上にかなり及んでいたことが推察される．

力学計算による地衡流

Fig. 6 は力学計算で求めたA・B断面の流速分布図である．図中の斜線部は反流を示している．なお，力学計算は 700db を無流面とし，それ以浅の海域では底層を無流面として計算した．

黒潮の強流部はA・B断面ともに大陸斜面部の表層に見られ，この強流部を核として黒潮主流が形成されている．A断面においては，最強流速が約 80cm/s で，等流速線分布の形状は大陸斜面を離れる方向に歪んでいる．一方，B断面では最強流速が 100cm/s を超え，等流速線分布はA断面とは逆に大陸斜面側に片寄っている．また，大陸棚外縁付近にも 40cm/s 以上の流れが認められ，黒潮主流が大陸棚寄りに形成されていたことを示している．

黒潮主流の両側には反流が形成されている．反流域はA断面では3ケ所，B断面では2ケ所に分布し，両断面の分布パターンに相違がみられる．主流の西側の大陸棚寄りに形成されている反流域は，A断面では大陸棚端に位置しているが，B断面では主流が大陸棚寄りに形成されていたことを反映して大陸棚側に片寄って存在している．主流の東側にあたる琉球列島沿いに

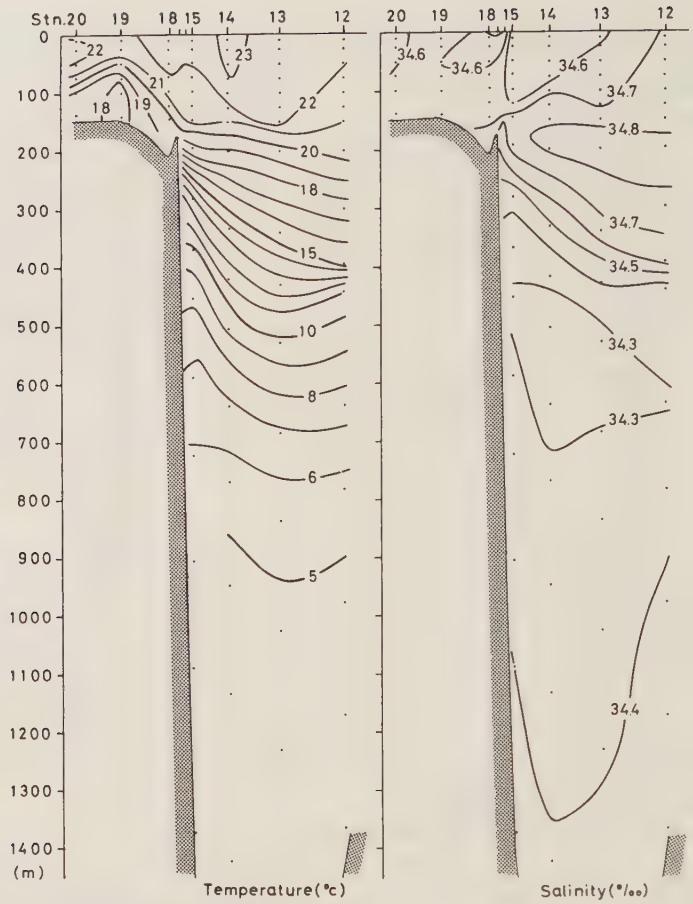


Fig. 5. B断面における水温・塩分の鉛直分布
Vertical distribution of temperature and salinity along Line B.

形成されている反流は従来から観測の度に認められているものであるが，A断面ではそのほかに Stns. 8～9 付近にもう一つの反流域がみられる．琉球列島沿いの反流域は暖水渦の存在に関連しているとされているが[1]，他の反流域は水温・塩分の鉛直分布で等値線がドーム状に持ち上がった部分と一致することから冷水渦の存在を示していると思われる．

両断面における黒潮流量を求めると，A断面では $23.4\times10^6 m^3/s$，B断面では $18.6\times10^6 m^3/s$ であった．ちなみに，同時期における長崎海洋気象台（PN線）[9]の流量は $28.8\times10^6 m^3/s$ であり，B断面での流量が目立って少ない．この喰い違いが生じた主な理由として，700db 以浅の海域では海底を無流面として力学計算を行ったことによる流れの過小評価が挙げられる．特に，黒潮主流が大陸棚寄りに形成されているB断面では，大陸斜面上部から大陸棚上にかけての海域を流れる流量の割合が大きく，全体の流量が極端に少なく見積られたものと思われる．したがって，大陸棚上の流れは実際には Fig. 6 に示す以上の速度を有しているものと考えられる．

係留法による流動観測結果

Figs. 7a～c に25 m，100 m，190 m層における係留観測結果からの流速変動をそれぞれ東西成分に分けて示した．なお，各図の下段の時系列は同時に測定された水温と塩分を示している．

流速変動はかなり複雑であるが，半日周潮に相当する変動が各層とも比較的顕著である．また，それ以下の短周期の変動や数日程度，さらには長周期の変動傾

Fig. 6. A・B断面における流速分布図．斜線部は反流域を示す
（無流面：700db，単位：cm/s）
Vertical distribution of geostrophic current velocity along Lines A and B. Negative numbers in hatched area show counter current velocity.
(Motionless layer : 700 db, unit : cm/s)

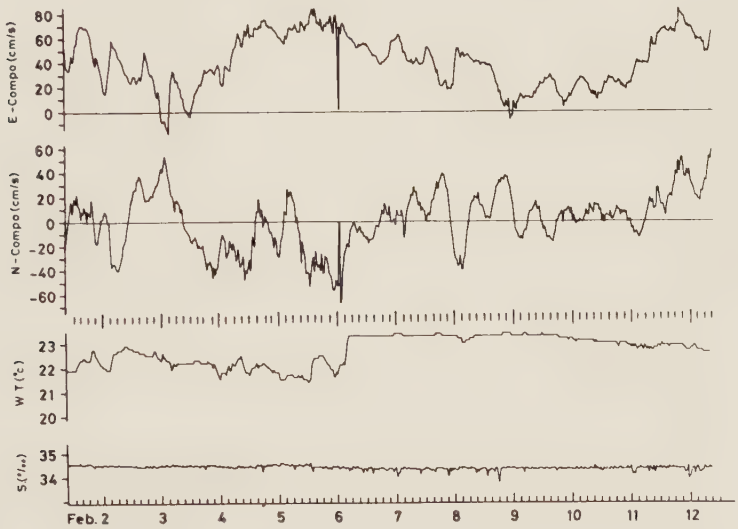


Fig. 7 a. 流速（東分・北分）・水温・塩分の時系列図（Stn. 18，25m層）
Time series variation of current velocity (E-comp. & N-comp.), temperature and salinity at 25m layer of Stn. 18.

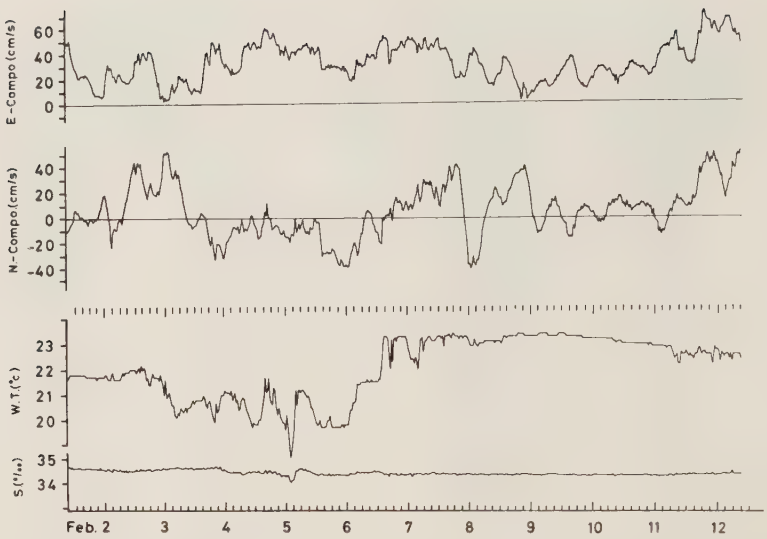


Fig. 7 b. 流速（東分・北分）・水温・塩分の時系列図（Stn. 18, 100m層）
Time series variation of current velocity (E-comp. & N-comp.), temperature and salinity at 100m layer of Stn. 18.

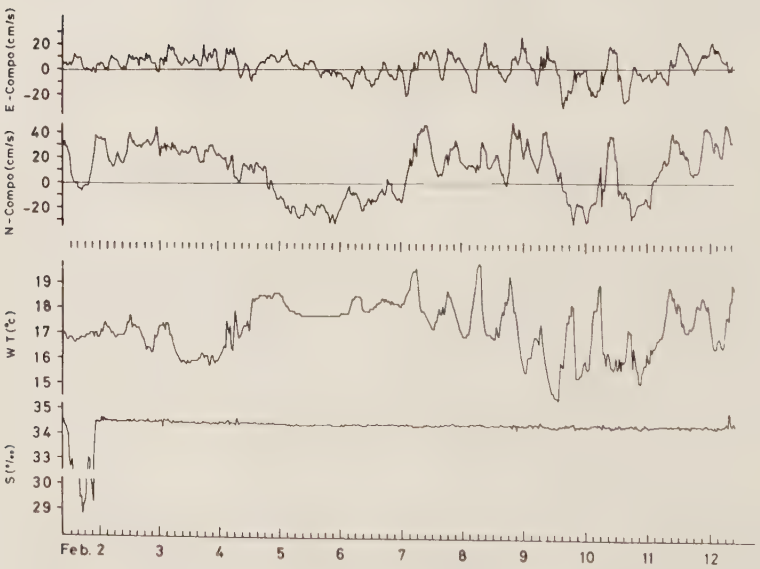


Fig. 7 c. 流速（東分・北分）・水温・塩分の時系列図（Stn. 18, 190m層）
Time series variation of current velocity (E-comp. & N-comp.), temperature and salinity at 190m layer of Stn. 18.

向も認められる．

25 m層と100 m層における流れの変動傾向はよく類似しているが，190 m 層では位相が多少ずれている．また，前者では東流成分が卓越しているが，後者ではそのような傾向はみられない．水温についても25 m層と100 m層ではよく類似した変動を示している．特異な現象として2月6日に急激な変化，すなわち25 m層では0時から4時にかけて1.7℃の昇温，100 m層では0時から15時の間に3.6℃昇温し，その後はこの状態が持続している．一方，190 m層では2月4日の正午頃に急変（1℃程度の昇温）が起り，その後2日間は安定し，それ以降は顕著な半日周期の変動を繰り返している．しかし，塩分についてはいずれの層においても顕著な変動傾向は認められない．なお，190 m 層で2月1日に塩分低下がみられるが，これは塩分センサーに何らかの故障が発生したものと思われる．

Fig. 8 は流れの累積ベクトル図である．25 m・100 m層と190 m層の間の相違がさらに明瞭に表われている．すなわち，始点と終点の距離は25 m層で最も長く，190 m層の約4倍となっている．流向は25 m層では，ほぼ東流となって大陸棚を離れる方向を示しているが，100 m層ではやや北偏し，190 m層では大陸棚側に向かう北々東の流れを示している．また，25 m層，100 m層では10日あるいはそれ以上の周期で大きく蛇行した形状を示しているが，190 m層では，4日の18時から8日の18時にかけて右まわりに1回転しているほか，9日から12日にかけて複雑な蛇行を描いており，3・4日スケールの変動が顕著に認められる．このように190 m層の流況は上層と著しく異なっている．この相違は主温度躍層を境界にして存在すると考えられる．水温にみられた急変はおそらく躍層深度の変化によってもたらされたものであろう．

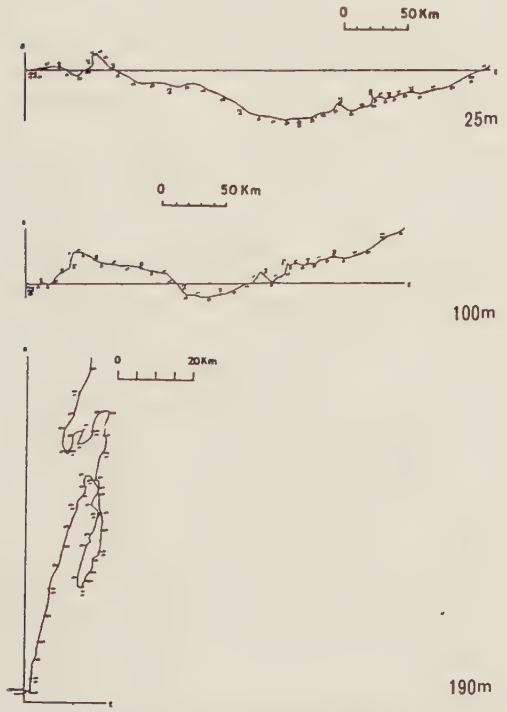


Fig. 8. Stn. 18における流れの累積ベクトル図
Progressive vector diagram at Stn. 18.

流動の周期特性

次に前項の流速変動について，周期特性を検討した．Fig. 9 は，日野[10]に従って求めた回転スペクトルの結果である．

観測期間が12日間と短いので長周期の変動は不明であるが，いずれの層においても半日周期に明瞭なピークがみられる．半日周期のエネルギー密度は，25 m層では時計回り成分が反時計回り成分を若干上まわり，100 m 層では両者がほぼ同じ，190 m層では明らかに時計回り成分が上まわっている．そのほかにも，観測層および成分によっては50時間，24～25時間，6～7時間周期のピークが見られるが，これらは半日周期ほど顕著なものではない．

Fig. 10は最小二乗法による調和解析によって得られた潮流楕円とホドグラフである．日周潮流，半日周潮流はそれぞれ25時間周期，12.5時間周期として求めた．調和常数ならびに各潮流成分の最大・最小流速および流向は Table 1, Table 2に示した．

恒流は，いずれの層においても他の潮流成分より卓越しており，表層から下層になるにしたがって流速が遅くなるとともに流向が北偏している．

日周潮流は25 m層ではほとんどみられない．しかし，100 m層，190 m層では 5cm/s 前後の日周潮流が存在している．100 m層の潮流楕円は長軸方向が北々西から南々東を向き，反時計回りのややふくらみを持った形状をしている．190 m 層では長軸方向が北々東から南々西となり，時計回りの往復運動に近い偏平な楕円となっている．

半日周潮流は25 m 層で最も大きく，最大流速は

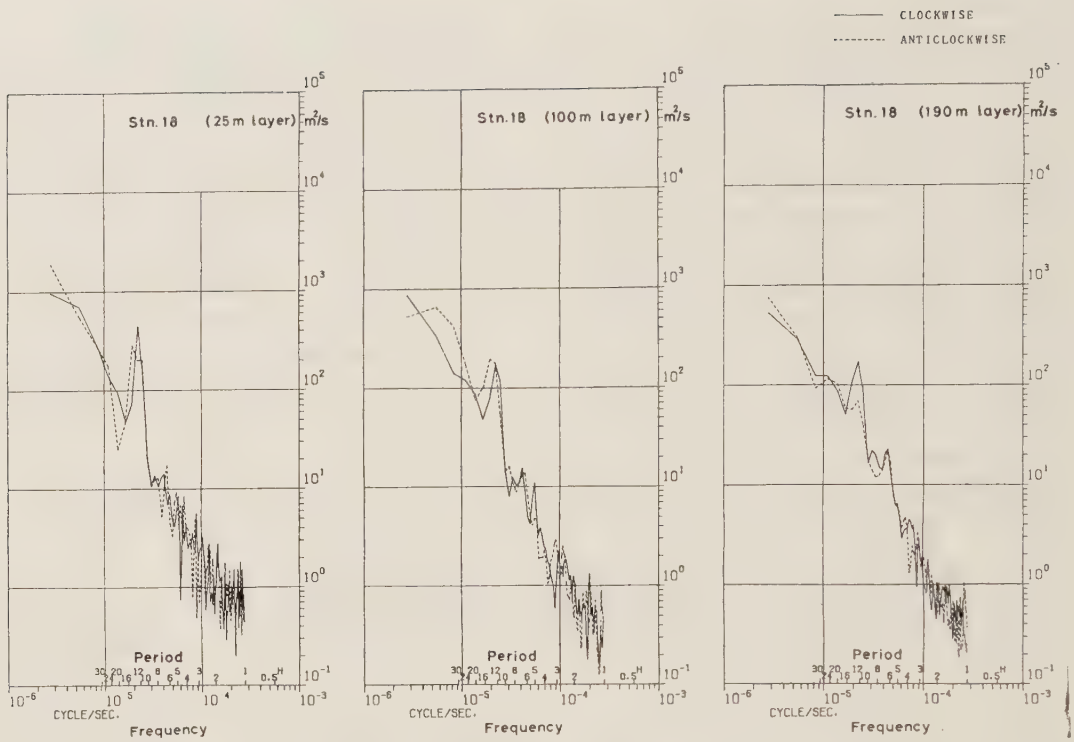


Fig. 9. 流れの回転スペクトル
Rotary spectrum of current.

124cm/s で190m層の約2倍である．潮流楕円は，25m層では長軸方向が北々西から南々東を向いた時計まわりの楕円，100m層では北々東から南々西の往復運動，190m層では長軸方向は100m層とほぼ同じで時計回りのややふくらみを持った楕円となっている．

以上のように，日周・半日周潮流が存在するものの恒流成分が卓越しているために各潮流成分を合成した流れは25m・100m層では東流傾向，190m層では北流傾向を示している．190m 層の 流れが表層の流れとほぼ直角方向を示す状態は，鉛直水温構造の特徴の一つである黒潮中層水の大陸斜面部における "はい上がり現象" と関係があるように思われる．

表層流の分布

Fig. 11 に超音波潮流計と GEK 観測で得られた表層流のベクトル分布を示した．

全般的に流れは複雑であるが，台湾北方には明らかに黒潮分派と思われる北流がみられる．魚釣島から赤尾嶼にかけてはいっそう複雑である．しかし，大陸斜面に沿った流れより大陸棚上に向かう流れが目立っており，かなりの量の黒潮表層水が大陸棚上に輸送されているとみられる．

赤尾嶼付近では，大陸棚上を南下してきた流れが蛇行して大陸斜面に沿う北東流に移行する状態を示している．これは表面水温分布から推定された流動パターンとよく一致している．また，蛇行部には東流の分枝流が認められる．この分枝流は特に大きなものではないが，係留測流の結果から判断すると，長周期の変動は存在するものの定常的に形成されているものと思われる．

赤尾嶼の北方では，しばらくは大陸斜面に沿った流路を辿るが，27°N 付近で時計回りの渦流を伴った黒潮の蛇行がみられる．すなわち，27°N 手前で流向は一旦西偏し，そのすぐ北には南下流，さらに北の27°—30′N 付近には東流が 現われている．またその 付近を境にして大陸斜面に沿う流れと大陸棚上を北上する流れの分枝が認められる．

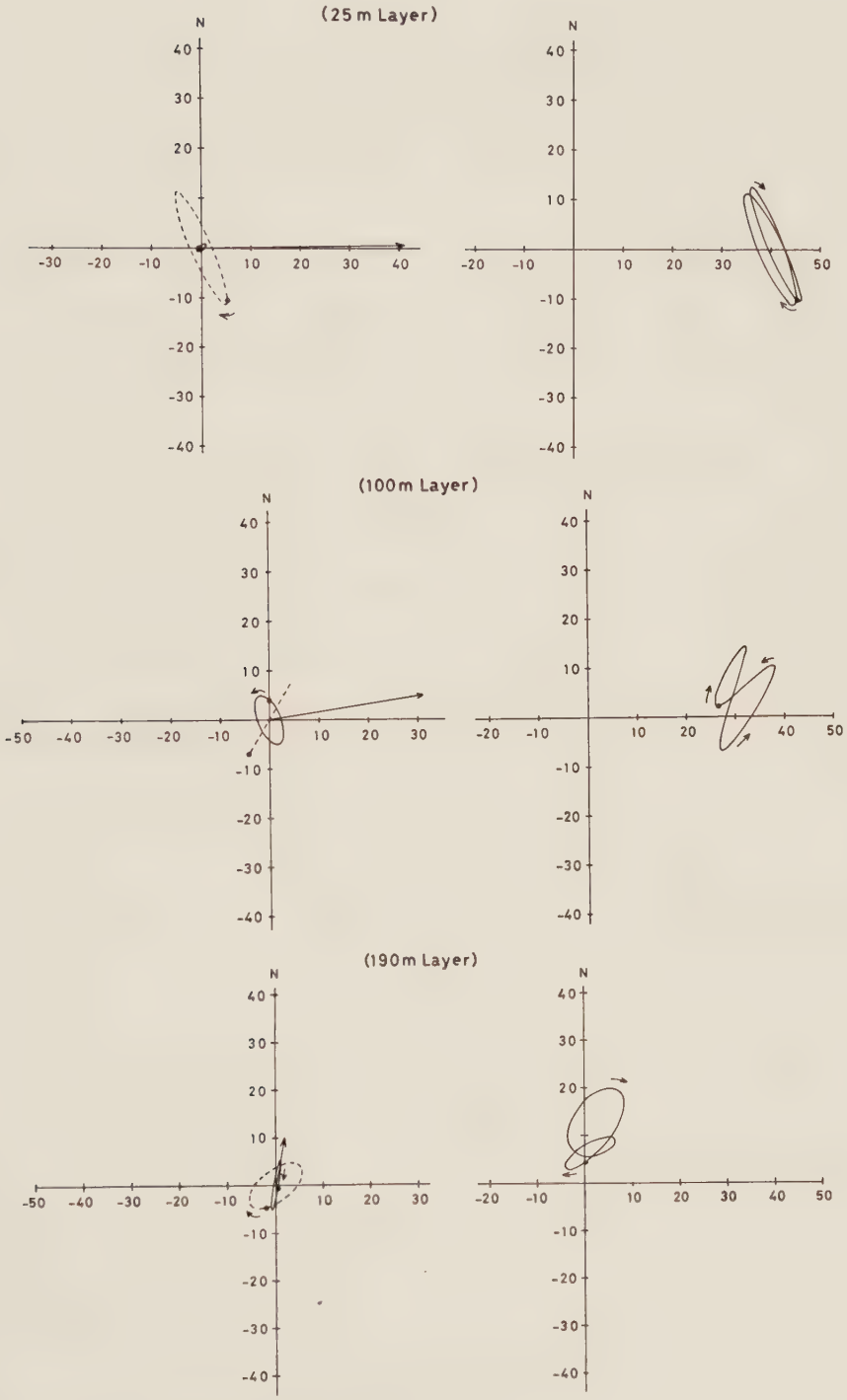


Fig. 10. Stn. 18 における潮流楕円（左）とホドグラフ（右）
Tidal ellipses (left) and hodographs (right) at Stn. 18.

Table 1. 調和常数
Harmonic constants.
N-comp. $V=V_0+V_1\cos(\sigma t-\nu_1)+V_2\cos(2\sigma t-\nu_2)$
E-comp. $U=U_0+U_1\cos(\sigma t-\mu_1)+U_2\cos(2\sigma t-\mu_2)$
σ:14.4°/hour, t: Time in hour clocked from the meridian transit of the moon.
Location 〔25°55′7N, 124°29′2E〕

Depth	N-comp.					E-comp.				
	V_0	V_1	ν_1	V_2	ν_2	U_0	U_1	μ_1	U_2	μ_2
(m)	(cm/s)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)
25	0.611	0.739	258.1	11.338	202.4	40.471	0.843	231.2	5.318	358.0
100	4.914	4.940	32.8	7.216	197.7	30.863	2.976	268.9	4.343	198.1
190	9.781	5.308	262.8	4.936	196.8	1.899	1.009	287.1	7.702	250.4

Table 2. 各潮流成分の最大・最小流速 (cm/s) と流向(°)
Direction(°) and velocity (cm/s).
(Steady current ; maximum and minimum current of tidal ellipse).

Depth	Steady current		Diurnal current				Semidiurnal current			
	Vel.	Dir.	Maximum		Minimum		Maximum		Minimum	
(m)			Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.
25	40.5	89	1.09	229&49	0.258	319&139	12.359	156&336	2.019	246& 66
100	31.3	81	5.285	337&157	2.308	247& 67	8.422	211& 31	0.021	301&121
190	9.9	11	5.387	190& 10	0.410	100&280	6.754	232& 52	3.355	142&322

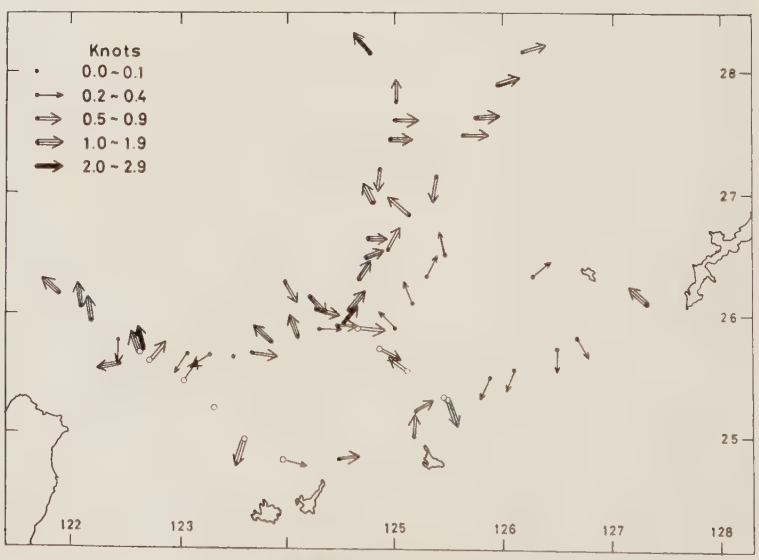


Fig. 11. 表層流の分布
Distribution of surface current.

その他，宮古島と沖縄本島の間に東シナ海から太平洋に向うゆるやかな流れ，宮古島の北には時計回りの渦流が認められる．

以上のように，黒潮およびその周辺海域に渦流の形成がみられる．とりわけ，大陸棚外縁部の黒潮前線付近における中規模渦は人工衛星画像解析[7]によってもその存在が明らかにされているが，本調査では黒潮の小蛇行や小規模の分派が渦流とともにみられている．これらの渦・小蛇行・分派は黒潮と大陸棚上の水塊の混合にとってはきわめて重要な役割を果しているものとみられる．

要　約

1982年冬季に実施した東シナ海南部の尖閣諸島海域における調査結果から，黒潮の流況について考察した．結果は以下のとおりである．

1．東シナ海に流入した黒潮は，大陸斜面沿いに主流路を形成するが，かなりの量が尖閣諸島海域で大陸棚上に流入する．

2．大陸棚上に流入した黒潮は二手に分かれ，一つは黒潮分派となって台湾北方海域を北上し揚子江河口沖に達する．他の一つは大陸棚上を迂回して27°N 付近まで達した後，再び南下して赤尾嶼付近で黒潮主流に合流する．

3．黒潮周辺海域には大小の渦流が存在する．なかでも大陸棚外縁部に形成される渦流は黒潮の小蛇行および分枝流を伴っており，黒潮と大陸棚上の水塊の混合に重要な役割を果していると推察された．

4．係留観測の結果から，流れの変動には半日および1日周期の潮流が存在するが，それよりも長期スケールの変動が顕著に認められた．また，表層では大陸棚を離れる東流が卓越するにもかかわらず，底層では大陸棚上にはい上がる傾向がみられた．

今回の観測では，魚釣島の近くにも流速計を定置する予定であったが，超音波式切離し装置の応答が100 m深を越えると急にとだえるという予期せぬ結果のために1点のみの係留に終った．また，定線観測についても黒潮域を充分にカバーしているとは言い難い．そのために，黒潮の大陸棚上への流入量の推定や，大陸棚縁辺における黒潮変動の伝播および黒潮のはい上がり現象の海域的な特性とその機構についての研究は今後の課題である．

最後に，本調査にあたり，調査船陽光丸船長山中完一氏には調査設計の段階から適切な助言をいただいたほか，乗組員の方々には流速計の設置から観測に至るまで多くの御助力をいただいた．ここに厚く感謝申し上げる．なお，本報告の内容の一部は「黒潮の開発利用の調査研究成果報告書(その5)」[11]に報告している．

文　献

1) H. Nitani 1972: Beginning of the Kuroshio, In "Kuroshio, Its Physical Aspects" (ed. by H. Stommel and K. Yoshida). 129-156, University of Tokyo Press.

2) T. Takahashi and M. Chaen 1971: Oceanic conditions near the Ryukyu Islands -Ⅲ. Oceanic conditions along 125°E in spring and summer of successive four years, 1965-1968. *Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ.*, **20** (1), 31-54.

3) 前田明夫・桜井仁人　1981：東シナ海の黒潮の流路と流量の変動．琉球島弧周辺海域における陸棚斜面漁場の開発利用に関する研究Ⅲ．昭和55年度研究経過報告書，鹿児島大学水産学部，46-49．

4) 前田明夫・桜井仁人　1982：ＧＥＫの測流結果による東シナ海の黒潮の平均表面流速．1982年度日本海洋学会春季大会講演要旨集，54-55．

5) 佐原勉・半沢洋一　1979：東シナ海の水系分布．海と空，**54** (4)，136-148．

6) J. Kondo 1976: Heat balance of the East China Sea during the air mass transformation experiment. *J. Meteorol. Soc. Japan*, **54** (6), 382-398.

7) Y. Sugimori, K. Miyaji and M. Akiyama 1981:

A study of interaction between the Kuroshio and the continental coastal waters in the East China Sea. In "Proceedings of the Japan-China Symposium on Physical Oceanography and Marine Engineering in the East China Sea", Special Report of Institute of Oceanic Research, Tokai University, 42-66.

8) 井上尚文 1974：西日本海々域の海洋学的特性，「対馬暖流—海洋構造と漁業」(日本水産学会編)，水産学シリーズ，**5**，27-41，厚生社恒星閣，東京.

9) 長崎海洋気象台 1982：海洋速報．第104号，西日本海区海洋観測報告，20pp.

10) 日野幹雄 1978：スペクトル解析．第2版，300 pp，朝倉書店，東京.

11) 井上尚文・宮地邦明・玉井一寿 1982：黒潮の流動と対馬暖流及び黒潮分派の動態に関する研究—東シナ海南部における黒潮および黒潮分派の動態の解明．黒潮の開発利用の調査研究報告書（その5），377-383，科学技術庁研究調整局・海洋科学技術センター.

西水研研報　第60号，昭和58年10月
Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., No. 60, Oct. 1983

東シナ海中部における水温・塩分および滲透圧の変動に関する研究
—1980年夏の水温・塩分および滲透圧の短期変動—

山　下　秀　夫*

Variations of Temperature, Salinity and Osmotic Pressure in the Central East China Sea
Short-Period Variation of these Measurements in Summer, 1980

Hideo YAMASHITA*

General oceanographic observations were carried out during the period from July 24 through August 11 at the stations shown in Fig. 1 so as to identify the characteristics of distributional pattern of water masses in the Central East China Sea. Then measurements of temperature, salinity and osmotic pressure were made at three anchored stations which represent three water masses (Station A: Kuroshio Water, Station B: cold bottom water of the Yellow Sea and Station C: coastal water of the China Mainland) to obtain 25-hour variations of these environmental factors.

The results indicate that the ranges of chronological variations of these three factors were narrow in warm Kuroshio waters (Stn. A) while the ranges in the cold bottom water of the Yellow Sea (Stn. B) and coastal water of the China Mainland (Stn. C) were much wider.

The variation periodicity of these environmental factors coincided fairly well with tidal periodicity. This phenomenon seems to be caused by the strong semi-diurnal tide occurring at both Stations B and C.

Further, investigations on the relation between the chronological variations of physical, chemical and biological factors (temperature, salinity, osmotic pressure, nutrients, turbidity, phytoplankton, zooplankton, fish eggs and larvae) and the change of tidal current need to be done. At the same time, analyses on the features of tidal front which is closely related to the formation of fishing ground have to be carried out.

昭和58年9月19日受理 (Received September 19, 1983)
西海区水産研究所業績第413号 (Contributions from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 413)
*西海区水産研究所　〒850　長崎市国分町49 (Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, Kokubu-cho, Nagasaki 850, Japan)

東シナ海の海況変動は，黒潮や中国大陸沿岸水・黄海冷水などの消長に大きく左右される．夏季には，中国大陸河川水の増水に伴い，大陸沿岸水は一層低塩化し，大陸棚上の表層をおおって南東方へ張り出し，ひいては黒潮や対馬暖流の表層水に影響するようになる．そして，大陸棚上に広がった表層水は日射の影響で著しく昇温するから，水温・塩分および滲透圧の鉛直傾度が大きくなり，顕著な躍層が発達する．特に，黄海中央底層冷水の分布域で傾度が最も大きい．

一方，冬季には，強い北西季節風の連吹によって鉛直混合が盛んになり，大陸棚上では上下層の水温・塩分および滲透圧は均一化される．また，低温・低塩分・低滲透圧の中国大陸沿岸水は，季節風の連吹作用で南東方へ張り出し，黒潮との間に顕著な潮境が形成され，この状態は特に滲透圧の分布から明りょうに認められる．

そこで，東シナ海域における夏季の代表的水塊である黒潮，黄海底層冷水，中国大陸沿岸水の3者の中に，定点を設定し（図1，Stn. A, B, C），主として調査船定置による25時間観測を実施し，各水塊内における水塊諸要素の値の微細変動と，要素間の関係の解析を行ったので，その結果を報告する．使用した水塊要素は，表・中・底層の流速，各層水温，塩分および滲透圧である．なお，図1には，定置観測に先立って実施された一般観測定点も示してある．

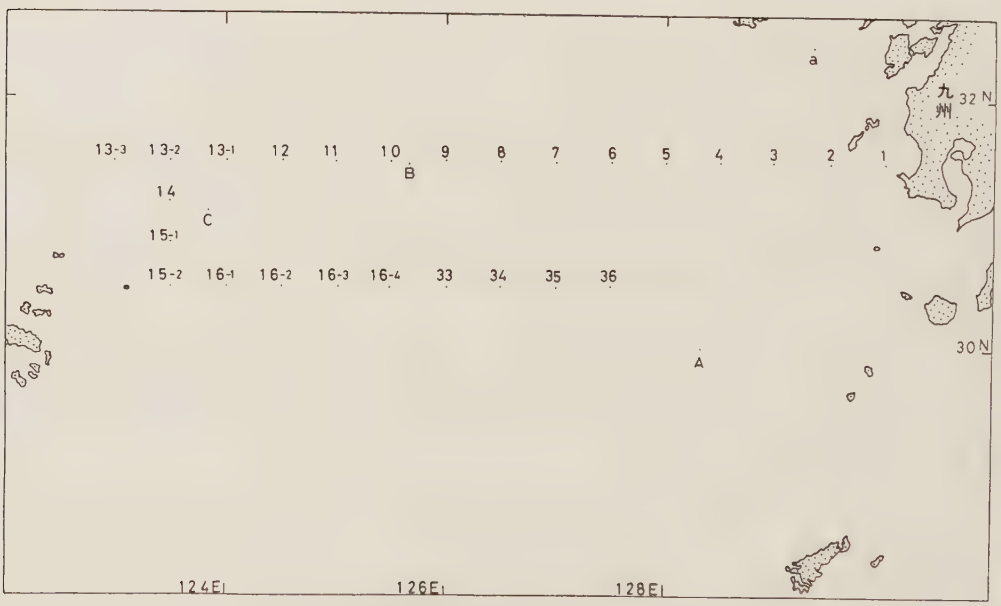


図 1. 1980年夏の観測定点（1980年7月2日～8月11日）

材料および方法

この調査は，1980年7月24日から8月11日(14日間)に実施された．

Stn. A: 表層の流向・流速はGEKで，採水・測温はナンゼン採水器および転倒寒暖計で行った．試水は研究室に持ち帰り，直ちに塩分をオート・ラブ型サリノメーターで，滲透圧をアドバンス3D型，3CII型滲透圧計（氷点降下法）でそれぞれ測定した．なお，潮位は沖縄県那覇（26°12′N, 127°40′E, 潮高の基準面：平均水面下 118cm）の資料を用いた．

Stn. B・C: 表層の流向・流速は超音波式潮流計（CI-20）で行った．中層以深の流向・流速・水温（T_2）・塩分（S_2）は，多要素自記流速計ベルゲンモデ

ル 4* を Stn. B では水深10・30・55 mに，Stn. C では水深10・20・30 mにそれぞれ船上から垂下して30分間隔で測定した．さらに，Stn. A と同じ方法により水温（T_1）・塩分（S_1）を測定した．なお，潮位は中国の緑華山（30°49′N，122°38′E，潮高の基準面：平均水面下 293cm）の資料を用いた．

結　　果

Stn. A は，山下[1-3]によると，水温・塩分および滲透圧などの分布からみて，黒潮流域に位置するところである．図 2 にこの定点における各要素の経時変化を示した．

水温：水深30 m以浅においては，28.0 ℃ 台，水深100 mで20.0℃前後，水深300 mで10.0℃前後，図では省略されているが水深800 mで5.0℃前後を示し，ほぼ成層し比較的安定している．

塩分：表層が最も低塩（33.00～33.70‰）で，水深50 mで34.00‰前後を示している．高塩帯（34.50‰以上）は，ほぼ水深100～200 mの範囲に出現し，時刻による著しい変化は認められないが，低潮時に水深 100

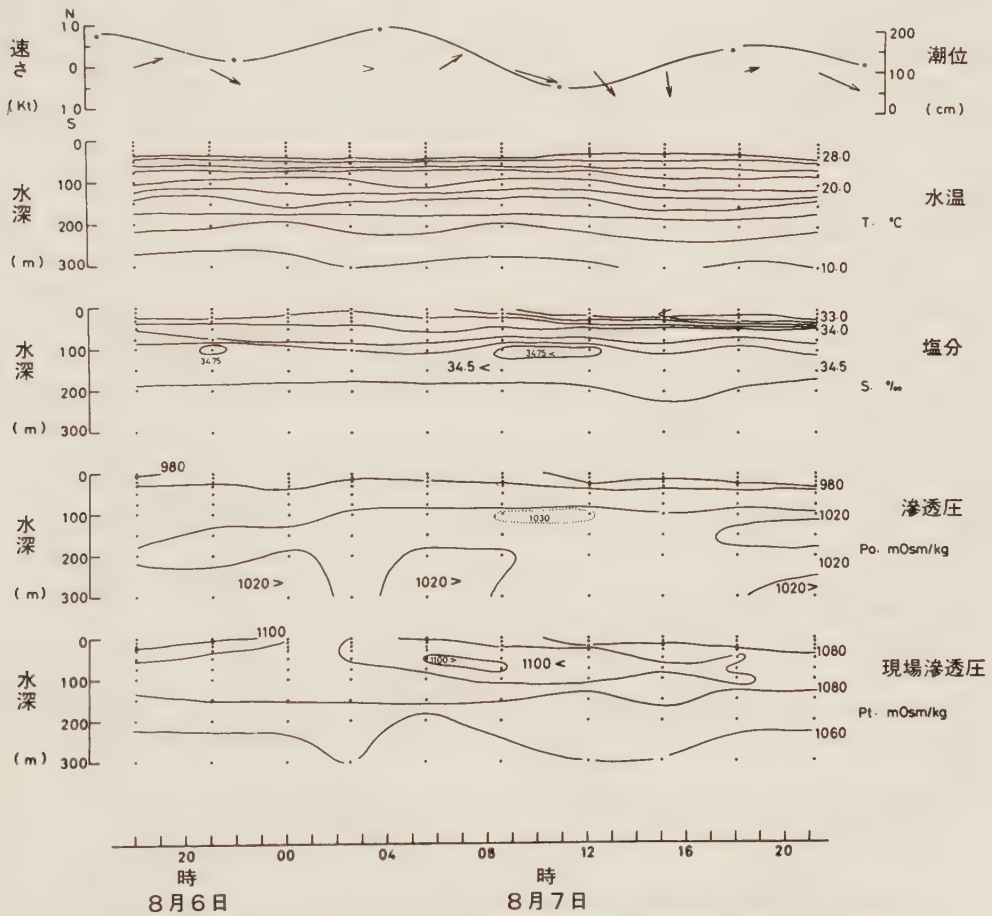


図 2.　黒潮流域（Stn. A）における流れと水温・塩分・滲透圧および現場滲透圧鉛直分布の経時変化
潮位：那覇 26°12′N，127°40′E

*本報告ではベルゲンモデル 4 と呼ぶ．

mで高塩値（34.75‰以上）が出現している．

滲透圧および現場滲透圧：水深100m前後のところで，しかも低潮時に高滲透圧値が滲透圧（Po）1,030 mOsm/kg 以上，現場滲透圧（Pt）1,100mOsm/kg 以上が出現しており，塩分の分布パターンとほぼ一致している．

つぎに，図3に10・50・100・200m層における各要素の経時変化を示した．

水温：水深10m層で29.0℃前後，50mで25.0℃前後，100mで20.0℃，200mで12.0℃前後を示し，経時変化は極めて小さい．

塩分：10m層では8月7日04時頃の高潮時を中心に約33.70‰前後を示しているが，8月7日11時以降は33.00‰前後の低い値が見られた．50m層では，8月7日04時頃の高潮時に34.20‰以上であるが，これ以外の時刻では，34.00～34.10‰の範囲にあった．前述したように，100m層で34.75‰以上の高塩値が，低潮時に必ず出現し，その変動幅は0.42‰で，10m層の変動傾向とは逆の現象がみられた．200m層では，34.40～34.50‰の範囲内に安定しており著しい変動はみられない．

滲透圧：10m層で 990～1,000mOsm/kg，50m層

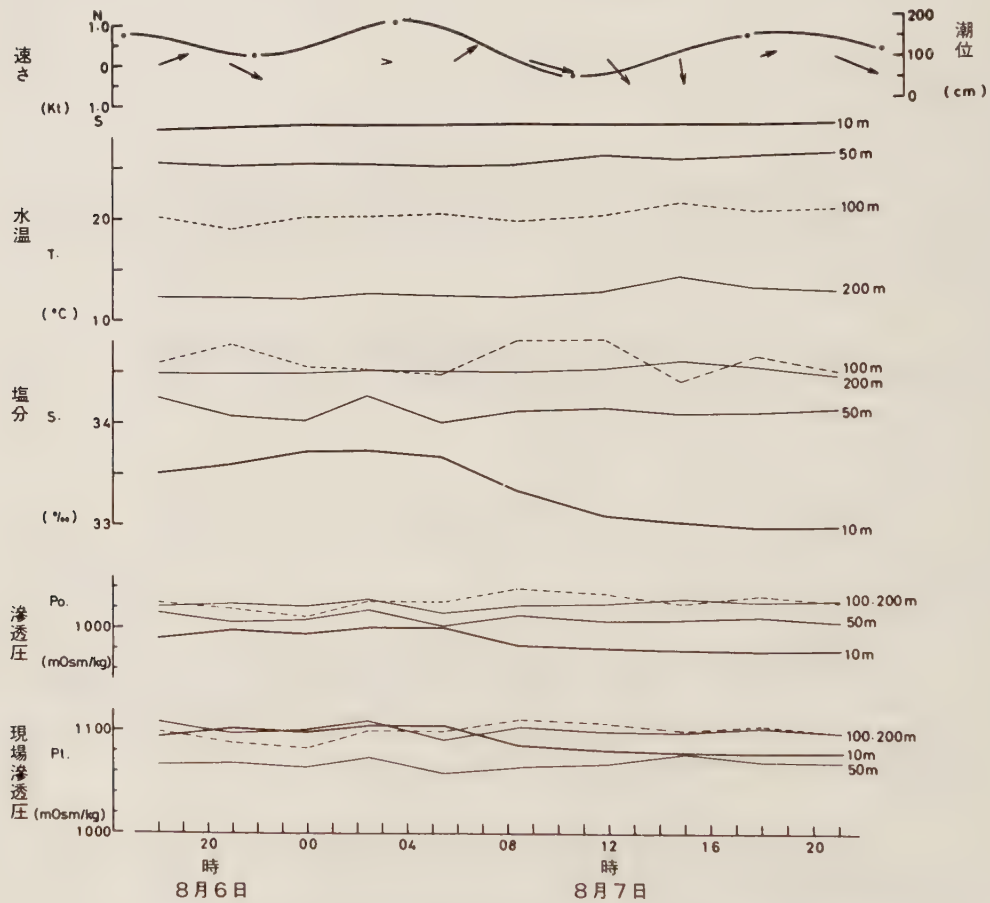


図 3. 黒潮流域（Stn. A）における流れと水深別水温・塩分・滲透圧および現場滲透圧の経時変化
潮位：那覇 26°12′N，127°40′E

で 1,000～1,010mOsm/kg，100 m層で 1,015～1,020 mOsm/kg，200 m層で 1,010mOsm/kg 前後を示している．高滲透圧値は100 m層に出現するが，これらの経時変化は塩分のそれとほぼ一致しているようである．

現場滲透圧：水深10・50・100・200 mの4層について対比すると，1,058～1,110mOsm/kg の範囲に分布し，水深50・10・200・100 mの順に高滲透圧値を示している．これらの経時変化は滲透圧のそれとほぼ一致しているようである．

山下[1-3]によると，Stn. B は黄海底層冷水の東シナ海への南下の先端部に位置する．図4にこの定点での各要素の経時変化を示した．水深10～20 m間で，水温10.0℃，塩分0.75‰，滲透圧 20mOsm/kg 前後の較差で顕著な躍層が発達しているのがみられる．

つぎに，図5に水深別に各要素の経時変化を示した．水深10 mの値をみると，転倒寒暖計による（T_1）* 23.6～25.5℃に比べて，ベルゲンモデル4による値（T_2）** が 15.8～25.2℃ と著しく変動幅が大きく小刻みに変動し，較差が大きい．塩分（S_1*, S_2**）も

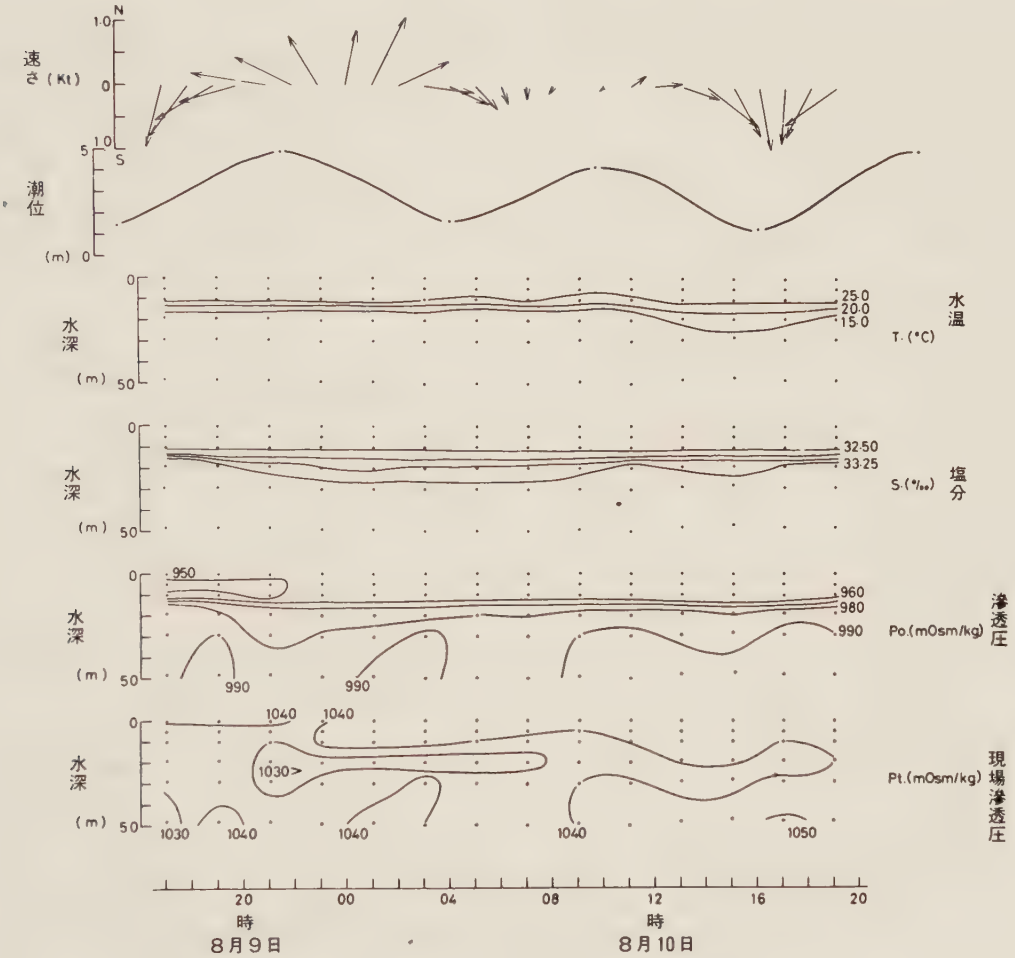


図 4．黄海底層冷水塊（Stn. B）における流れと水温・塩分・滲透圧および現場滲透圧の経時変化
潮位：緑華山 30°49′N，122°38′E，T：水温，S：塩，Po：滲透圧，Pt：現場滲透圧

*ナンゼン転倒採水器を使用した測温値（T_1）および塩分値（S_1）．
**ベルゲンモデル4による測温値（T_2）および塩分値（S_2）．

水温と同様にベルゲンモデル4による測値の変動が大きく，較差も大きい．滲透圧と現場滲透圧とは，両者が平行して変動し，その傾向はよく一致している．30 m層の水温は，T_1, T_2 ともに，その値はよく一致して13.0～14.0℃の範囲を変動している．塩分は S_1 値に比べて S_2 値がやや低く，小刻みに変動しているが，変化傾向は両者ともよく一致している．滲透圧と現場滲透圧とは，変化傾向は，よく一致している．

50 m層の水温は，T_1, T_2 ともに値はよく一致し，14.0℃前後を両者が変動している．塩分は S_1 値に比べて S_2 値がやや低く，小刻みに変動しているが，変化傾向は両者がよく一致している．滲透圧と現場滲透圧とも両者の変化傾向は，よく一致している．

潮流と水温および塩分との関係を図6に水深10・30

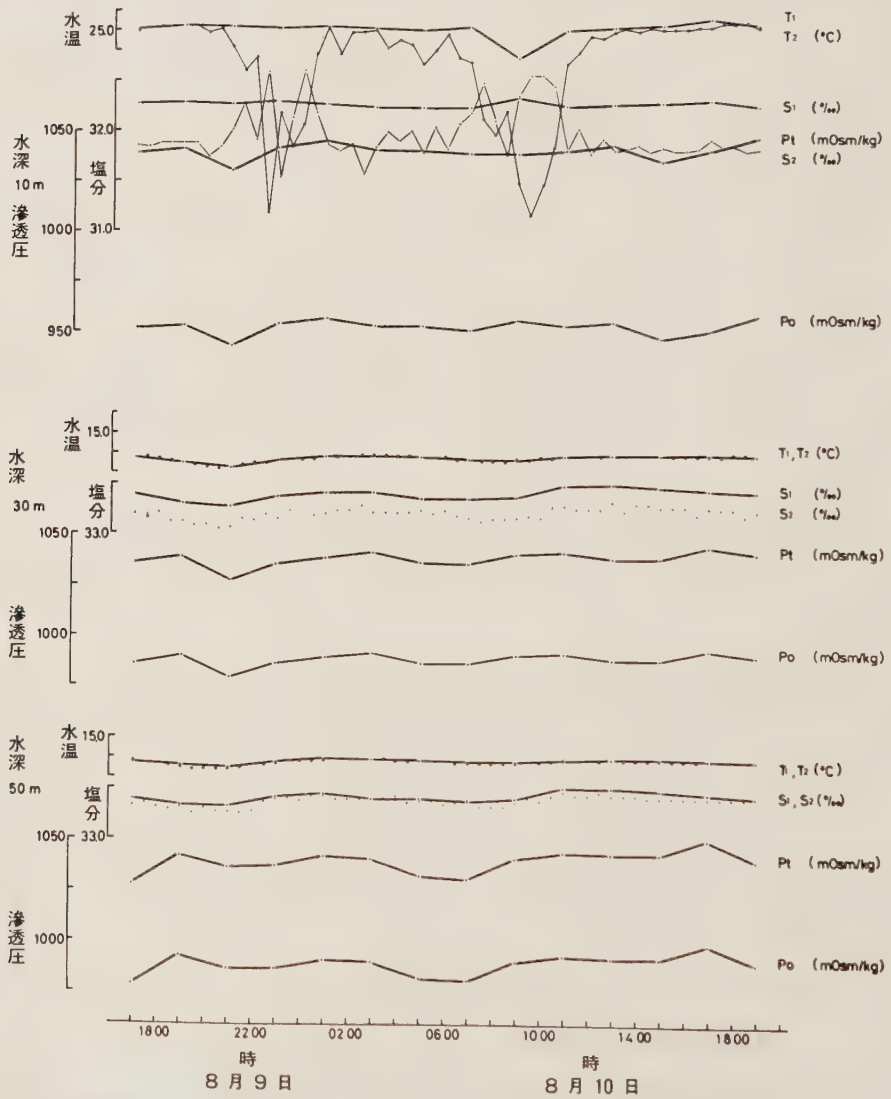


図 5. 黄海底層冷水塊 (Stn. B) における水深別による水温・塩分・滲透圧および現場滲透圧の経時変化
T_1：ナンゼン転倒寒暖計値，T_2：ベルゲンモデル4による寒暖計値
S_1：オート・ラブ型サリノメーター値，S_2：ベルゲンモデル4による塩分値
Po：滲透圧値，Pt：現場滲透圧値

50mの各層別に示した．観測は1980年8月9日（朔の大潮時）の16時から10日20時まで行った．流向および流速の連続記録から，東西成分と南北成分に分解し，両成分の流速の時間変化を描いた．流速0の線よりも上側は東向き，北向きの，下側は西向き，南向きの流れとした．

水深10m：潮流の南北，東西の両成分における最大流速は約66.0cm/secである．最大流速は満潮約1時間30分前の8月9日20時08分（東西成分）と，次の干潮約1時間30分前の8月10日02時23分（南北成分）にみられ，半日周変動が顕著に認められる．東西成分の位相が南北成分の位相に対して，常に一定時間遅れていて，流向が時計廻りに変化していくことが分る．水温変化は15.8〜25.3℃でその変動幅は9.5℃であり，塩分変化は31.53〜32.55‰でその変動幅は1.02‰である．高潮時に水温は低下し，塩分は変動幅が大きくなり，平均的には水温とは逆に高塩化し，両者間には相関係数−0.77の負相関関係がみられる．これらの現象は，潮汐に起因する乱れが生ずるためとみられ，内部波による影響も考えられるが，この点についてはなお検討を要する．

水深30m：潮流は8月10日16時の干潮の前後に南北，東西の両成分の最大流速が得られている（南北成分約59.0cm/sec，東西成分約57.0cm/sec）．水温変化は13.2〜14.0℃でその変動幅は0.8℃であり，塩分変化は33.05〜33.30‰でその変動幅は0.25‰である．水深10m層に比べて水温・塩分の変動幅は非常に小さいが，低潮時に水温は上昇し，塩分も同時に高くなる．水温と塩分との間には10m層とは逆に相関係数+0.84の正相関関係がみられた．これは，観測層が顕著な躍層（10〜15m）よりかなり深く，安定した層であったことによるものと考えられる．

水深55m：潮流は8月10日16時の干潮時前後に両成分とも最大流速が示されている．南北成分の最大流速は16時58分の44.0cm/sec，東西成分の最大流速は12時48分の46.0cm/secである．水温変化は13.4〜13.9℃でその変動幅は0.5℃であり，塩分変化は33.25〜33.46‰でその変動幅は0.25‰である．水温・塩分の時間的な変化の様相は30m層とほとんど同様で，両者は相関係数+0.86の正相関関係を示している．

山下[1-3]によると，Stn. Cは中国大陸沿岸水域に位置する．図7にこの定点での各要素の経時変化を示した．水深10〜20m間に顕著な躍層が発達しており，各要素の較差は水温4.0℃，塩分2.00‰，滲透圧80mOsm/kg，現場滲透圧60mOsm/kg前後となっている．また，水温躍層の位置（水深10数m程度）は低潮時から2〜3時間後に上層（水深数m程度）に移行し，その上下移動の周期は潮汐の周期と一致しているようである．

つぎに，図8に水深別に各要素の経時変化を示した．水深10mの水温T_1は21.8〜26.8℃，T_2は20.4〜26.7℃の範囲で変化し，高温時は両者の値はよく一致し安定している．しかし，高温時から低温時への移行期の変化は著しく，T_2が低目となりT_1とT_2との差は大きくなるが，両者の変化傾向はほぼ一致している．

塩分のS_1は29.50〜33.40‰，S_2は29.80〜33.30‰の範囲で大きく変化し，S_1がS_2より高い値を示す場合や逆の場合があり両者の関係は一定しない．しかし，S_2の変動の方が小刻みである．経時的な変動傾向は両者類似している．

滲透圧（900〜1,010mOsm/kg）と現場滲透圧（1,010〜1,020mOsm/kg）の経時変化は塩分（S_1）のそれとほぼ同様である．

水深20mの水温T_1は21.3〜23.1℃の範囲で変動しているが，8月5日04時から08時にかけては1.0〜2.5℃間で小刻みに変動している．ところが，T_2は21.5℃前後を示し，経時的な変動はみられない．

塩分S_1は32.4〜34.2‰の範囲で変動しているが，水温の場合と同様に8月5日04時から08時にかけて0.7〜1.6‰と大きく変化している．いっぽう，S_2は33.90〜34.20‰の範囲に分布し，前者（S_1）のように著しい変動はみられなかった．

滲透圧は960〜1,017mOsm/kg，現場滲透圧は1,045〜1,096mOsm/kgの範囲で変動し，経時的変動の傾向は塩分（S_1）の場合によく類似している．

水深30mの水温T_1，T_2とも21.0〜21.5℃の間で小さく変動し，両者の値は近似している．

塩分S_1は33.80〜34.30‰の範囲にあるが，8月5日07時には0.40‰も急減し，5日09時には34.20‰に復している．S_2の変動はS_1に比べて小さく，8月5日07時以降S_1に現われた大きい変動はみられなかった．

滲透圧は1,000〜1,016mOsm/kg，現場滲透圧は

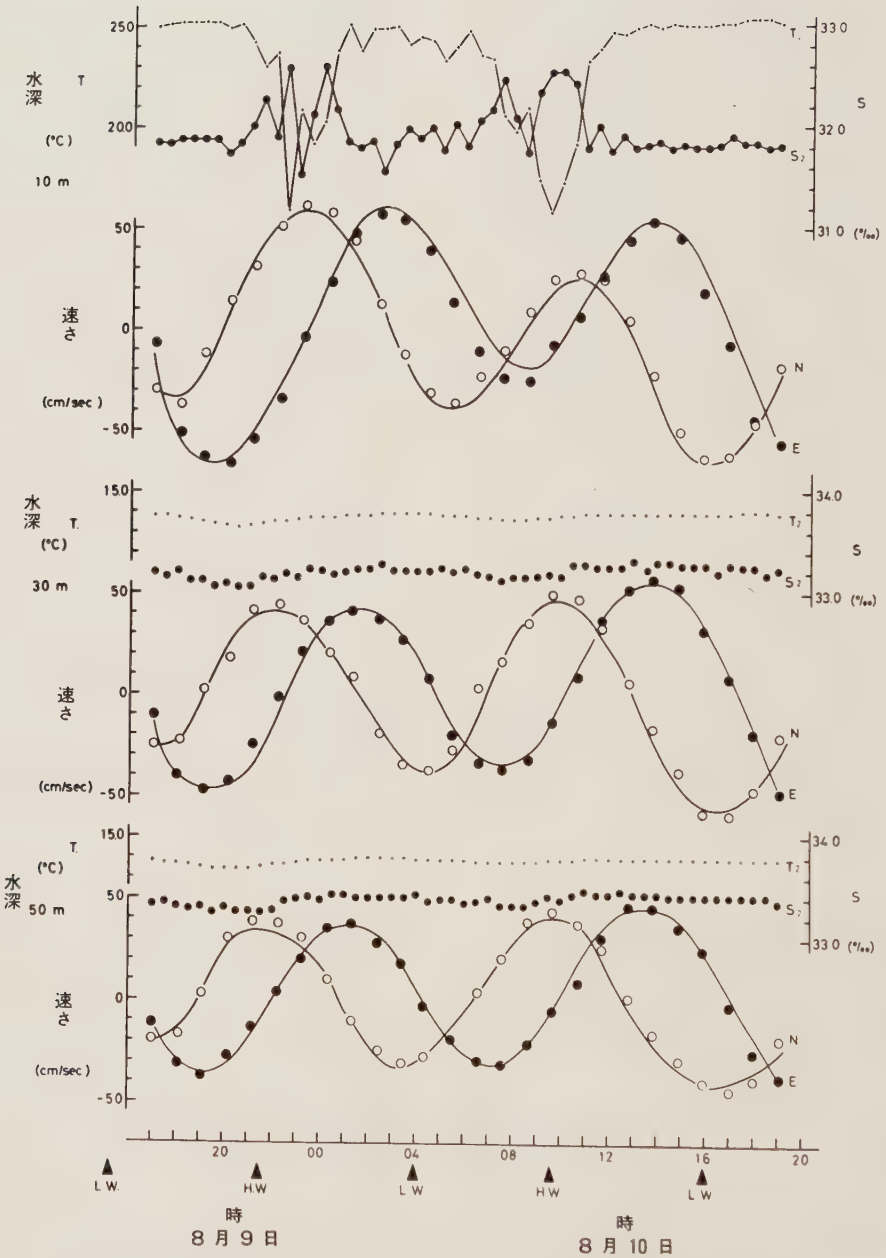


図6. 黄海底層冷水塊（Stn. B）における流れと水深別の水温および塩分の経時変化
T：水温，S：塩分，T_2：ベルゲンモデル4による寒暖計値，S_2：ベルゲンモデル4による塩分値，N：南北成分，E：東西成分，L.W.：低潮時，H.W.：高潮時

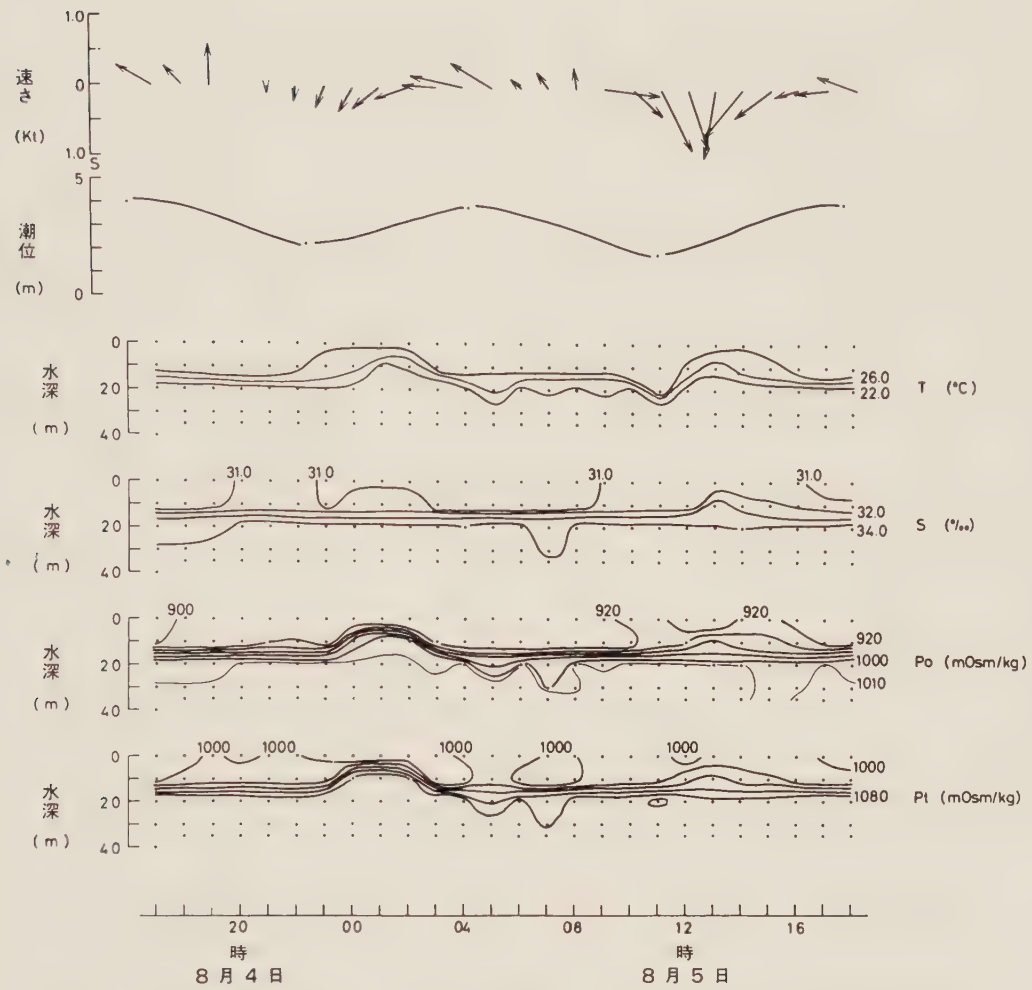


図 7.　中国大陸沿岸水域内（Stn. C）における流れと潮位・水温・塩分・滲透圧および現場滲透圧の経時変化
潮位：緑華山 30°49′N，122°38′E，T：水温，S：塩分，Po：滲透圧　Pt：現場滲透圧

1,080～1,096mOsm/kg の範囲にあり，両者の変化傾向はよく似ており，S_t の変化傾向ともよく一致している．

つぎに，大陸沿岸水域内に位置する Stn. C の水深10・20・30m層での流れの東西成分（E），南北成分（N），水温および塩分の経時変化を図9に示した．観測は1980年8月4日15時から5日19時までの下弦の小潮時に行った．

水深10m：潮流は南北成分では8月5日05時33分（満潮1時間30分後，68.0cm/sec）に，東西成分では8月5日17時00分（満潮33分前，53.0cm/sec）に最大流速を示している．この地点においても，Stn. B（黄海底層冷水）と同様に顕著な半日周変動が認められた．水温変化は21.3～26.7℃で，その変動幅は5.4℃であり，塩分は30.30～33.80‰にあり，その変動幅は3.50‰である．低潮約1時間後に水温は最低値，塩分は最高値を示すようになる．水温と塩分との間には相関係数－0.98の負相関関係がみられる．

水深20m：潮流は8月4日17時03分（満潮1時間後）に，最大流速約 58.0cm/sec が南北成分に示されている．水温変化は21.3～21.7℃でその変動幅は0.4℃であり，塩分変化は33.90～34.20‰でその変動幅は

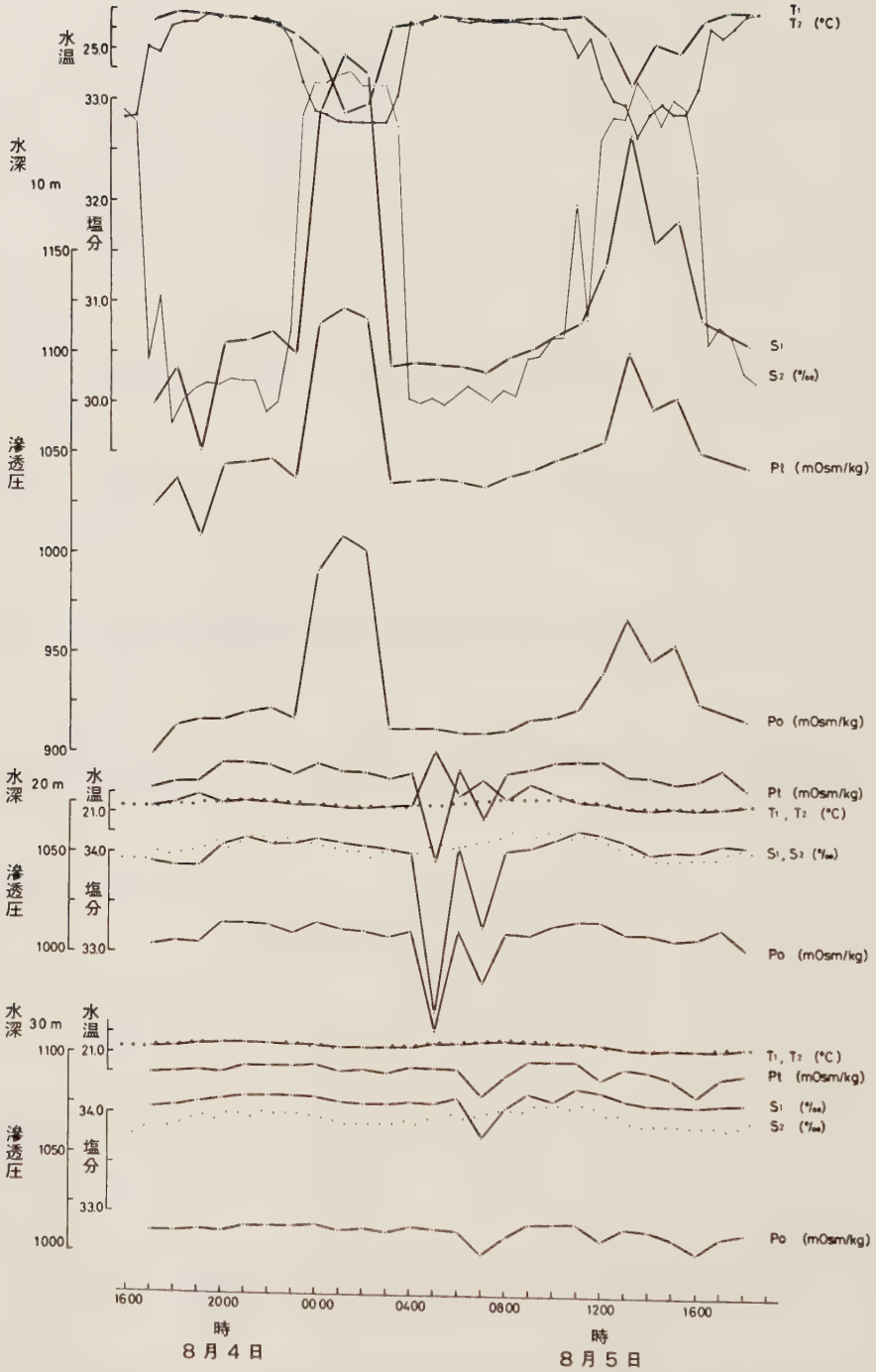


図 8. 中国大陸沿岸水域内 (Stn. C) における水深別による水温・塩分・渗透圧および現場渗透圧の経時変化
T_1：ナンゼン転倒寒暖計値，T_2：ベルゲンモデル4による寒暖計値，S_1：オート・ラブ型サリノメーター値，S_2：ベルゲンモデル4による塩分値，Po：渗透圧値，Pt：現場渗透圧値

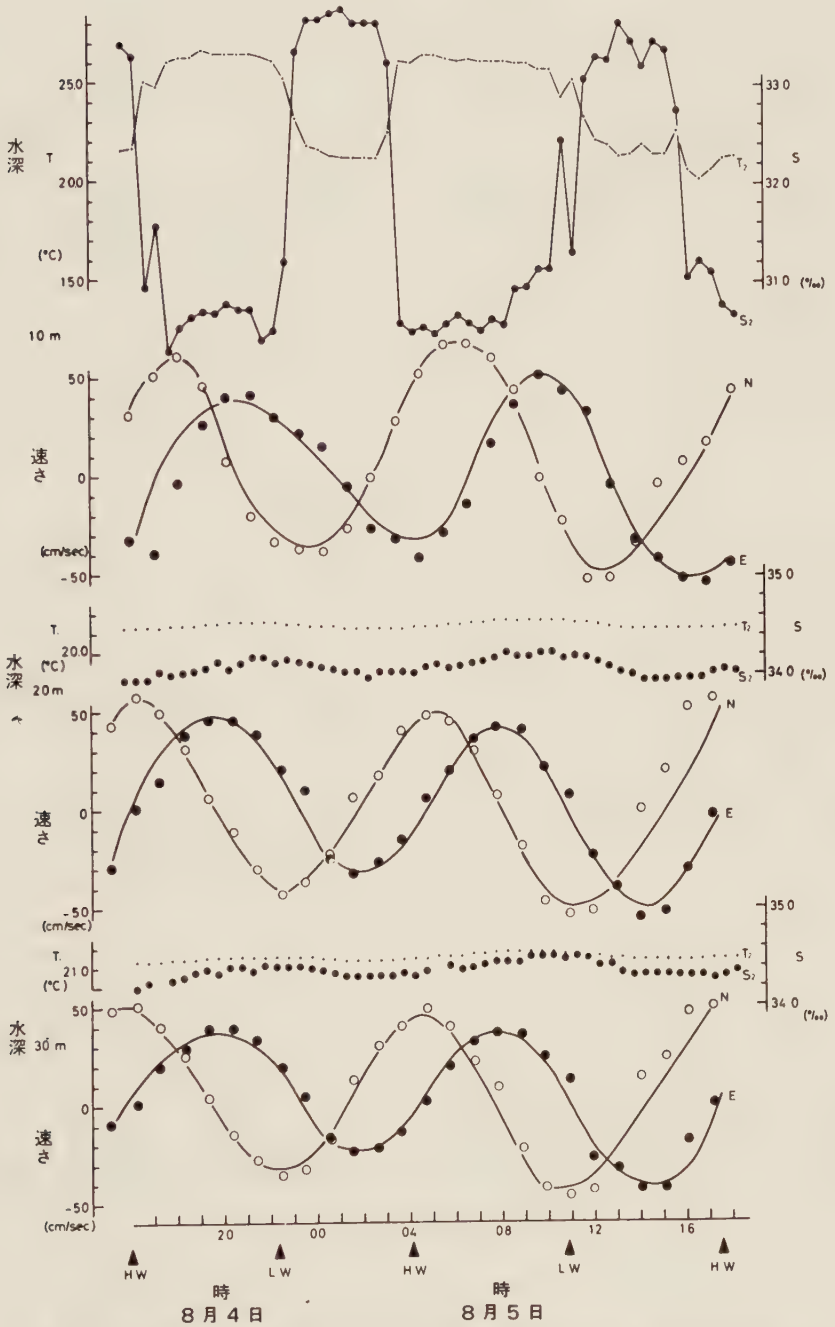


図 9. 中国大陸沿岸水域内（Stn. C）における流れと水深別の水温および塩分の経時変化
T：水温，S：塩分，T_2：ベルゲンモデル 4 による寒暖計値，S_2：ベルゲンモデル 4 による塩分値，
N：南北成分，E：東西成分，L.W.：低潮時，H.W.：高潮時

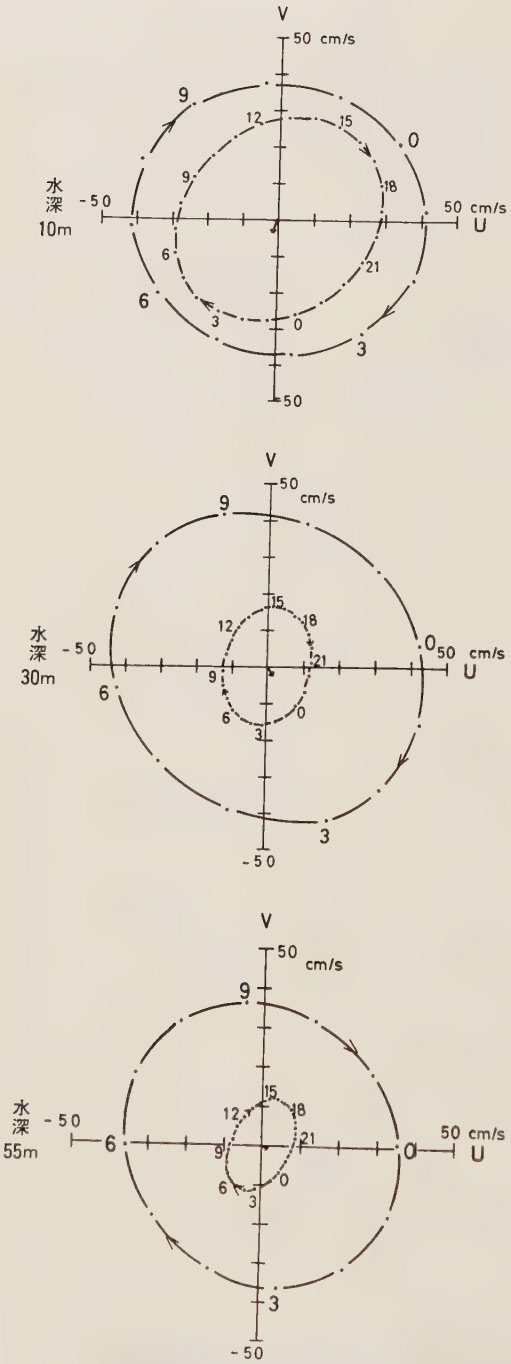


図 10. 黄海底層冷水塊内 (Stn. B) の水深別潮流楕円
(0時は太陰南中時)

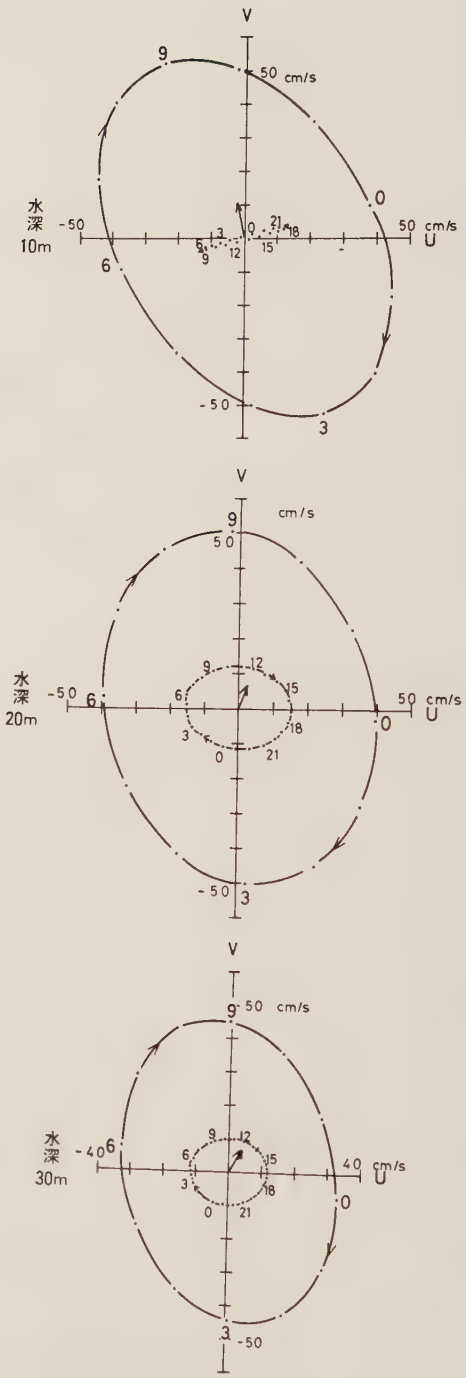


図 11. 中国大陸沿岸水域内 (Stn. C) の水深別潮流楕円
(0時は太陰南中時)

0.30‰である．水深10m層に比べて水温・塩分とも変動の幅は極めて小さいが，水温と塩分との間には10m層とは逆に相関係数+0.90の正相関関係がみられる．この現象は Stn. B（黄海底層冷水域）でも起っている．

水深30m：潮流は8月4日17時03分(満潮1時間後)に最大流速約 50.0cm/sec が南北成分に示されている．水温変化は21.3〜21.7℃でその変動幅は0.4℃であり，塩分変化は33.80〜34.10‰でその変動幅は0.30‰である．この層の変動傾向は水深20m層のそれとよく一致し，水温と塩分との間には相関係数 +0.86の正相関関係がみられる．

Stn. B での8月9日16時から10日20時までの 潮流観測結果について，調和分析を行った結果を水深10・30・50m層別に潮流楕円として図10に示した．3層とも流向は時計廻りに変化し，半日周潮流が1日周潮流よりも大きく，30m層と50m層でその差が大きい，3層のなかで，半日周潮流は水深30mにおいて最も大きく，1日周潮流は水深10mでもっとも大きい．なお，残差流は非常に小さい．

Stn. C における8月4日15時から5日19時までの潮流楕円を，水深10・20・30m層別に図11に示した．この定点においても，Stn. B と同様に半日周潮流が著しく卓越しているのが認められ，特に水深10mにおいては顕著であった．残差流も Stn. B と同じく非常に小さい．

要約と問題点

1980年夏期（1980年7月24日〜8月11日）に図1に示した定点で，広域調査を行って水塊配置の特徴を摑んだ後，Stn. A（黒潮系水），Stn. B（黄海底層冷水），Stn. C（中国大陸沿岸水）の3点で定置観測を実施し，水塊中の水温・塩分および滲透圧について経時変化を調べた．

その結果によると，水温・塩分・滲透圧などの経時変化の変動幅は黒潮系水では小さく，大陸棚上の黄海底層冷水（Stn. B）および中国大陸沿岸水（Stn. C）の両水塊内では，黒潮系水内に比べると変動幅が極めて大きい．また上記環境3要素の変動周期は潮汐の周期と極めてよく一致した．黄海底層冷水および中国大陸沿岸水の両定点においては，半日周潮流が著しく卓越するので，それらの影響によるものと考えられる．

今後は，定置観測による水温，塩分，滲透圧，栄養塩類，ニゴリ，植物プランクトン，動物プランクトンおよび魚卵・稚仔魚などの時間的変化と潮流との関係，潮境と漁場形成の関係などについて調査ならびに解析を行いたい．

文　献

1）山下秀夫　1979：黒潮域の生物生産基礎機構の把握．黒潮の開発利用の調査研究成果報告書（その2），海洋科学技術センター，123-134.

2）山下秀夫　1980：水温・塩分・滲透圧の分布からみた環境特性．黒潮の開発利用の調査研究成果報告書（その3），海洋科学技術センター，173-183.

3）山下秀夫　1981：水温・塩分・滲透圧の分布からみた環境特性．黒潮の開発利用の調査研究成果報告書（その4），海洋科学技術センター，209-225.

非　売　品

昭和58年10月25日　印刷
昭和58年10月31日　発行

水産庁西海区水産研究所
〒850　長崎市国分町49

印刷人　松　尾　隆一郎
印刷所　株式会社　隆　文　社
佐世保市瀬戸越町260
電　話　㊾　3306

CONTENTS

(In Japanese with English abstracts)

Katsuhisa TANAKA and Akihiko SHIROTA
Suspended Clay Particles and Aggregates in the Continental Coastal Water in the East China Sea 1

Etsuko SHOJIMA and Hideo ŌTAKI
Stock Assessment of the East China Sea Population of White Croaker, *Argyrosomus argentatus* 11

Keiki IIZUKA and Seiichi HAMASAKI
Ecology of Common Mackerel in the Southwestern Japan Sea and the East China Sea- I .
Change of Fishing Grounds and Catch Fluctuation 31

Kuniaki MIYAJI and Naofumi INOUE
Characteristics of the Flow of the Kuroshio in the Vicinity of Senkaku Islands 57

Hideo YAMASHITA
Variations of Temperature, Salinity and Osmotic Pressure in the Central East China Sea
Short-Period Variation of these Measurements in Summer, 1980 71

SEIKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
49 KOKUBU-CHO, NAGASAKI 850
JAPAN